

30.10.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

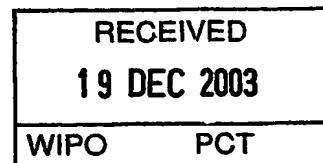
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月 1日

出願番号
Application Number: 特願2002-319771
[ST. 10/C]: [JP2002-319771]

出願人
Applicant(s): オムロン株式会社

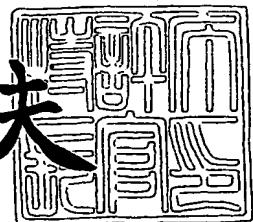


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 02P00489
【提出日】 平成14年11月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/293
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内
【氏名】 古澤 光一
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内
【氏名】 福田 一喜
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内
【氏名】 仲西 陽一
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内
【氏名】 大西 正泰
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内
【氏名】 田中 宏和
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内
【氏名】 大西 徹也

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 山本 竜

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801
番地

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

【代理人】

【識別番号】 100094019

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町1丁目3番5号 オグラ天満橋
ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 雅房

【電話番号】 (06) 6910-0034

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038508

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光合分波器及び光合分波器の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透過波長域が互いに異なる複数のフィルタと光反射面とを対向させることにより、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を構成し、

複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバを、前記導光手段内を導光する複数の波長又は波長域の光に結合させ、

光軸方向が前記フィルタの配列方向にほぼ垂直となるようにして前記導光手段に対して前記第1の光ファイバと同じ側に複数本の第2の光ファイバを配置し、

前記各フィルタを透過する光の光軸をそれぞれ第2の各光ファイバの光軸に変換し、あるいは第2の各光ファイバの光軸をそれぞれ前記各フィルタを透過する光の光軸に変換させるためのレンズを第2の各光ファイバと前記各フィルタとの間に設けたことを特徴とする光合分波器。

【請求項 2】 前記第1の光ファイバと前記導光手段との間の光路途中に反射防止膜を設けたことを特徴とする、請求項1に記載の光合分波器。

【請求項 3】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段と、

複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバと特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された光ファイバアレーと、

前記第1の光ファイバ及び第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなるレンズアレーとを備え、

前記第1の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段に結合され、前記第2の光ファイバが、各レンズを介して前記各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴とする光合分波器。

【請求項 4】 前記導光手段は、透明な基板の表面に前記各フィルタが形成

され、前記透明な基板の裏面に前記光反射面が形成されたものであることを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項5】 前記導光手段は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に前記各フィルタを複数並べられたフィルタプロックとを接合させたものであることを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項6】 前記導光手段は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に個々の前記フィルタを形成された複数のフィルタプロックとを接合させたものであることを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項7】 前記導光手段は、重ねられた一対の透明な基板の間に前記各フィルタが形成され、前記基板のうち裏面側に位置する基板の裏面に前記光反射面が形成されていることを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項8】 前記レンズアレーは、前記光ファイバアレーの端面に接合一体化されていることを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項9】 前記レンズアレーと前記導光手段の前記フィルタを形成されている面とを対向させ、前記レンズアレーと前記導光手段との間にスペーサーを介在させたことを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項10】 前記スペーサーは、前記レンズと一体成形により前記レンズアレイに形成されていることを特徴とする、請求項9に記載の光合分波器。

【請求項11】 前記各フィルタの表面を保護層により被覆したことを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項12】 前記導光手段、前記レンズアレーおよび前記光ファイバアレーをケース内に納めて封止したことを特徴とする、請求項3に記載の光合分波器。

【請求項13】 一対の透明な基板の間に形成された光反射面と、両透明基板の外面に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら各透明基板内で導光する導光手段と、

複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバと特定の波長

又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第1の光ファイバアレーと、

特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第2の光ファイバアレーと、

前記第1の光ファイバアレーの第1の光ファイバ及び第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第1のレンズアレーと、

前記第2の光ファイバアレーの第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第2のレンズアレーとを備え、

前記第1の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段の両透明基板内部に結合され、前記第1の光ファイバアレーを構成する第2の光ファイバが、前記第1のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の一方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合され、前記第2の光ファイバアレーを構成する第2の光ファイバが、前記第2のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の他方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴とする光合分波器。

【請求項14】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板上に、薄膜状とした前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、

前記フィルタ層の表面に透明な別の基板を接合させて前記一対の基板間に前記フィルタを挟み込む工程とにより製造されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項15】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板上に、薄膜状を

した前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、

前記フィルタ層の表面を透明な保護層で覆う工程とにより製造されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項 16】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタを透明なフィルタブロックの上に複数並べてフィルタ層を形成する工程と、

透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたれたミラーブロックの上に、前記フィルタブロックを接合させる工程とにより作製されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項 17】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタをそれぞれ透明な複数のフィルタブロックの上に形成する工程と、

透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックの上に、複数の前記フィルタブロックを並べて接合させる工程とにより作製されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項 18】 複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、それぞれの親基板を裁断することによってフィルタが形成された前記フィルタブロックを形成し、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを前記ミラーブロックの上に並べることを特徴とする、請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法。

【請求項 19】 複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、これらの親基板を並べて裁断することにより、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを形成し、この一組のフィルタブロックをミラーブロックの上に配置することを特徴とする、請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、多チャンネルで小型の光合分波器及び該光合分波器の製造方法に関する。

【0002】**【従来の技術】****【特許文献1】 特開昭60-184215号公報**

近年、光ファイバケーブルを信号伝送媒体とする光通信が各家庭でも利用できるまで発達しており、波長の異なる光信号を多重して一本の光ファイバで伝送する波長多重伝送方式を利用した通信網の拡大が進んでいる。これに伴って、波長の異なる複数の光を多重したり、波長多重された光を各波長ごとに分波する光合分波器を小型化し、且つ、低コストで大量生産することが望まれている。

【0003】

図1は、上記特許文献1の第2図であって、光分波器1の構成を示す概略正面図である。図1に示す光分波器1は、ポールレンズ4と光ファイバ2a, 2b, 2c, 2d, 2eを一体化して平行に並べた5本のコリメータ3a, 3b, 3c, 3d, 3e、互いに平行な二面6a, 6cとこれに直交する面6bを備えたガラス体6、ガラス体6の面6a上に並列に配置され、それぞれ特定の波長λ1, λ2, λ3, λ4帯域の光のみを透過する干渉膜フィルタ5a, 5b, 5c, 5d、ガラス体6の面6cに密着した反射ミラー7から構成されている。

【0004】

この光分波器1では、コリメータ3aから出射されてガラス体6に入射した光ビーム（波長λ1, λ2, λ3, λ4を多重した光）は、ガラス体6の面6bで全反射し、さらに面6c（反射ミラー7）で全反射して、フィルタ5aに入射する。このフィルタ5aを透過した波長λ1の光は、コリメータ3bに入射するので、光ファイバ2bの光出射端からは波長λ1の光を取り出すことができる。また、フィルタ5aで反射した光は、さらに反射ミラー7で全反射して、フィルタ5bに入射し、フィルタ5bを透過した波長λ2の光がコリメータ3bに入射する

。この様にフィルタ5a～5cと全反射ミラー7とで反射を繰り返しながら分波が進み、フィルタ5a, 5b, 5c, 5dを透過した光 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4を、それぞれ光ファイバ2b, 2c, 2d, 2eの光出射端から取り出すことができる。

【0005】

しかしながら、図1に示す光分波器1では、コリメータ3aから出射した光をガラス体6の面6aに向けて斜めに入射させなければならないので、分波する数（あるいは、光ファイバの本数）が増えるほどコリメータ3aからガラス体の面6aまでの間隔が長くなり、光合分波器1が大型化してしまうという問題があった。また、コリメータ3a～3eとガラス体6の設置位置を定めたり、複数のフィルタ5a～5dを一枚ずつ精度良くガラス体6に貼り付けたり、ミラー6bを精度良くガラス体6に形成する、といった製造工程が煩雑であったため、生産効率を向上させることができず、コストを低減させることができ難しかった。

【0006】

【発明の開示】

本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、多くの波長又は波長域の光に分波し又は多くの波長または波長域の光を合波する多チャンネル型の、小型で安価な光合分波器及び該光合分波器の製造方法を提供することにある。

【0007】

請求項1に記載の光合分波器は、透過波長域が互いに異なる複数のフィルタと光反射面とを対向させることにより、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を構成し、複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバを、前記導光手段内を導光する複数の波長又は波長域の光に結合させ、光軸方向が前記フィルタの配列方向にほぼ垂直となるようにして前記導光手段に対して前記第1の光ファイバと同じ側に複数本の第2の光ファイバを配置し、前記各フィルタを透過する光の光軸をそれぞれ第2の各光ファイバの光軸に変換し、あるいは第2の各光ファイバの光軸をそれぞれ前記各フィルタを透過する光の光軸に変換させるためのレンズを第2の各光ファイバと前記各フィルタとの間に設けたことを特徴としている。

【0008】

請求項1に記載の光合分波器は、第1及び第2の光ファイバに入射する光の光軸を曲げる前記レンズを備えているために、個々の波長又は波長域の光を伝送する前記第2の光ファイバの光軸と前記フィルタとをほぼ垂直に配置することができ、分波または合波する波長又は波長域の光が増えても小型の光合分波器にすることができる。

【0009】

請求項1に記載の光合分波器の請求項2の態様にあっては、前記第1の光ファイバと前記導光手段との間の光路途中に反射防止膜を設けたことを特徴としている。

【0010】

請求項2に記載の光合分波器は、請求項1に記載の光合分波器を分波器として使用する際に、前記第1の光ファイバから出射した光の前記導光手段の表面での反射によるロスを低減させることができる。この反射防止膜は、その表面と前記各フィルタの表面とが同じ面になるように、前記各フィルタと並列に配置してもよく、異なる面に配置しても良い。

【0011】

請求項3に記載の光合分波器は、光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段と、複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバと特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された光ファイバアレーと、前記第1の光ファイバ及び第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなるレンズアレーとを備え、前記第1の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段に結合され、前記第2の光ファイバが、各レンズを介して前記各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴としている。

【0012】

請求項3に記載の光合分波器は、前記第1の光ファイバで複数の波長又は波長

域の光を伝送させて前記レンズアレーの1つのレンズに入射させ、該レンズから導光手段に向けて光を出射させ、前記導光手段のフィルタと反射面とで光を反射させながらフィルタを透過した各波長又は波長域の光をそれぞれ前記レンズアレーの異なるレンズに入射させ、該レンズを透過した光を第2の光ファイバに入射させて伝送することによって分波した光を取り出すことができる。

【0013】

また、請求項3に記載の光合分波器を合波器として用いるには、前記各第2の光ファイバで波長または波長域の異なる光を伝送して前記マイクロレンズアレーの異なるレンズに入射させ、該レンズを透過した光を導光手段に入射させて、ミラーとフィルタとで反射させながら合波し、該合波した光を前記マイクロレンズアレーのレンズを透過させることによって第1の光ファイバに入射させることによって第1の光ファイバから合波した光を取り出すことができる。

【0014】

請求項3に記載の光合分波器は、前記第1の光ファイバと前記第2の光ファイバとを平行に並べてなる光ファイバアレーを備えており、前記第2の光ファイバだけでなく前記第1の光ファイバの光軸も前記フィルタと垂直に配置されるため、小型の光合分波器にすることができる。また、各光ファイバが一体化されたファイバアレーと各レンズが一体化されたレンズアレーを用いることによって、光合分波器の組み立てを容易にすることができる。

【0015】

請求項4の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段は、透明な基板の表面と裏面にそれぞれ前記各フィルタと前記光反射面が形成されたものであることを特徴としている。

【0016】

請求項4に記載の実施形態によれば、前記導光手段に用いる基板が一層（一枚）だけなので導光手段を薄くすることができ、光合分波器を小型化することができる。

【0017】

また、請求項5の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段

は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に前記各フィルタを複数並べられたフィルタブロックを接合させたものであることを特徴としている。

【0018】

請求項5に記載の実施態様によれば、ミラーブロックとフィルタブロックとを別々に製造して透明な接着剤で接着するなどして接合するので、光合分波器の導光手段の製造が容易になる。

【0019】

また、請求項6の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に個々の前記フィルタを形成されたフィルタブロックを複数個接合させたものであることを特徴としている。

【0020】

請求項6に記載の実施態様のように、それぞれ特定の波長又は波長域を透過するフィルタを表面に形成したフィルタブロックを透過波長毎に並べてミラーブロック上に透明な接着剤で接着するなどして接合すれば、光合分波器の導光手段の製造工程が容易になる。

【0021】

また、請求項7の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段は、重ねられた一対の透明な基板の間に前記各フィルタが形成され、前記基板のうち裏面側に位置する基板の裏面に前記光反射面が形成されていることを特徴としている。

【0022】

請求項7の実施態様によれば、二枚の透明基板の厚みを調整することで、第1の光ファイバと第2の光ファイバ間の間隔と第2の光ファイバどうしの間の間隔を調整できるので、光合分波器の導光手段内での光路を正確に設計することができる。

【0023】

請求項8の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記レンズアレーは

、前記光ファイバアレーの端面に接合一体化されたものであることを特徴としている。

【0024】

請求項8の実施態様のようにレンズアレーがあらかじめ光ファイバアレーに一体化されていれば、光合分波器の組み立てが容易になる。

【0025】

また請求項9の実施態様による請求項3に記載の光合分波器は、前記レンズアレーと前記導光手段の前記フィルタを形成されている面とを対向させ、前記レンズアレーと前記導光手段との間にスペーサーを介在させたことを特徴としている。

【0026】

一定厚みのスペーサーを介在させるだけでレンズと光反射面との距離を一定に保つことができるので、レンズアレーと光ファイバアレーの間隔を調整する手間が省け、光合分波器の製造が容易になる。

【0027】

請求項10の実施態様による請求項9に記載の光合分波器のスペーサーは、前記レンズと一体成形により前記レンズアレーに形成されているので、前記フィルタと前記レンズとの高さ方向の位置精度をさらに向上させることができる。

【0028】

請求項11の実施態様による請求項3に記載の光合分波器は、前記各フィルタの表面を保護層により被覆したことを特徴としている。

【0029】

保護層で被覆することによって、湿気等によるフィルタの特性変化や、傷や汚れの付着を防止することができる。

【0030】

請求項12の実施態様による請求項3に記載の光合分波器は、前記導光手段、前記レンズアレー、前記光ファイバアレーは、ケース内に納めて封止したことを特徴としている。

【0031】

請求項 12 の実施態様のように、光合分波器をケース内に納めて封止しておけば、特にフィルタ等を湿気から保護することができるので耐久性が向上する。

【0032】

請求項 13 に記載の光合分波器は、一対の透明な基板の間に形成された光反射面と、両透明基板の外面に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら各透明基板内で導光する導光手段と、複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第 1 の光ファイバと特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第 2 の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第 1 の光ファイバアレーと、特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第 2 の光ファイバが前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第 2 の光ファイバアレーと、前記第 1 の光ファイバアレーの第 1 の光ファイバ及び第 2 の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第 1 のレンズアレーと、前記第 2 の光ファイバアレーの第 2 の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第 2 のレンズアレーとを備え、前記第 1 の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段の両透明基板内部に結合され、前記第 1 の光ファイバアレーを構成する第 2 の光ファイバが、前記第 1 のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の一方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合され、前記第 2 の光ファイバアレーを構成する第 2 の光ファイバが、前記第 2 のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の他方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴としている。

【0033】

請求項 13 に記載の光合分波器は、請求項 3 に記載の光合分波器 2 台を光反射面を共有するように対向に配置したような構造の光合分波器である。この光合分波器は、分波又は合波する光の波長又は波長域の数が増えても小型の光合分波器にすることができる。

【0034】

請求項 14 に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面と平行な

面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板上に、薄膜状をした前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、前記フィルタ層の表面に透明な別の基板を接合させて前記一対の基板の間に前記フィルタを挟み込む工程とにより作製されることを特徴としている。

【0035】

請求項14に記載の光合分波器の製造方法によつては、請求項7に記載の光合分波器の導光手段を製造することができる。

【0036】

請求項15に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面と平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であつて、前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板上に、薄膜状をした前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、前記フィルタ層の表面を透明な保護層で覆う工程により作製されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【0037】

請求項15に記載の光合分波器の製造方法によつては、請求項4に記載の光合分波器の導光手段を製造することができる。

【0038】

請求項16に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であつて、前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタを透明なフィルタブロックの上に複数並べてフィルタ層を形成する工程と、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたれたミラーブロックの上に、前記フィルタブロックを接合させる工程とにより作製されることを特徴としている。

【0039】

請求項16に記載の光合分波器の製造方法によっても、請求項5に記載の光合分波器の導光手段を製造することができる。

【0040】

請求項17に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタをそれぞれ透明な複数のフィルタブロックの上に形成する工程と、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックの上に、複数の前記フィルタブロックを並べて接合させる工程とにより作製されることを特徴としている。

【0041】

請求項17に記載の光合分波器の製造方法によっては、請求項6に記載の光合分波器を製造することができる。

【0042】

請求項18に記載の光合分波器の製造方法は、請求項17に記載の光合分波器の製造方法において、複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、それぞれの親基板を裁断することによってフィルタが形成された前記フィルタブロックを形成し、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを前記ミラーブロックの上に並べることを特徴としている。

【0043】

請求項18に記載の光合分波器の製造方法によっても請求項6に記載の光合分波器を製造することができる。

【0044】

請求項19に記載の光合分波器の製造方法は、請求項17に記載の光合分波器の製造方法において、複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、これらの親基板を並べて裁断することにより、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを形成し、この一組のフィルタブロックをミラーブロックの上に配置することを特徴としている。

【0045】

請求項19に記載の光合分波器の製造方法によれば、光合分波器の導光手段を大量生産することが可能である。

【0046】

なお、この発明の以上説明した構成要素は、可能な限り組み合わせができる。

【0047】

【発明の実施形態】

(第1の実施形態)

図2は、本発明の一実施形態である光合分波器8aの構造を示す概略分解斜視図である。図3は図2に示す光合分波器8aの光ファイバ9a～9fのコア9を通る面における概略断面図であって、分波または合波の様子を説明する図である。また、図4は図2に示す光合分波器8aの概略側面図である。まず、図2～図4に示す本発明の光合分波器8aの構成を説明する。

【0048】

本発明の光合分波器8aは、光ファイバ9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9fを一定ピッチで隙間なく平行に並べて先端にコネクタ10を取り付けた光ファイバアレー11、下面に複数個（図では6個）のマイクロレンズ12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12fを備えたマイクロレンズアレー14、マイクロレンズ12a～12fとフィルタ層17との距離を一定にするためのスペーサー15a, 15b, 15c, 15d、表面にARコート層（反射防止膜）21が形成されたガラス板などの透明なカバー部材20、剥離膜13とフィルタ17a, 17b, 17c, 17d及びダミーフィルム18a, 18bからなるフィルタ層17、ブロック体16、及びミラー層19で構成されている。ミラー層19は、反射率の高い誘電体多層膜や金属蒸着膜などからなる層である。

【0049】

マイクロレンズアレー14とARコート層21、フィルタ層17、及びミラー層19は互いに平行になるように配置されている。また、マイクロレンズ12a～12fはARコート層21とできるだけ近接するようにして設置されている。コネクタ10内の光ファイバ9a～9fはマイクロレンズアレー14に対して垂

直に配置されている。

【0050】

光ファイバアレー11の光ファイバ9a～9fには、コア9をプラスチッククラッドで皮膜した素線又は、コア9回りのガラスクラッドをプラスチックで被覆した素線、若しくはこれらの素線をさらにプラスチックで皮膜した心線など、どのようなものを用いても良い。

【0051】

次に、マイクロレンズアレー14の構造と役割を説明する。図5は、マイクロレンズアレー14の下面図である。マイクロレンズアレー14の下面には、光ファイバ9a～9fの断面と同程度の大きさの6個のマイクロレンズ12a～12fがほぼ隙間なく形成されている。光ファイバ9a～9fの端面から出射された光はすべてマイクロレンズ12a～12fに入射しなければならない。この条件を満たすよう、次のようにマイクロレンズアレー14の厚みを決めるといい。

【0052】

光ファイバ9a～9fのコア9の内部では、クラッドとの界面での反射を繰り返しながら光が伝搬する。このように、コア9からクラッドへ透過することなくコア9内部で光を伝搬させるためには、クラッドとの界面への入射角が全反射角以上の角度でなくてはならない。クラッド界面への入射角はこのように限定されているので、コア端からの光の出射方向、広がり具合は自ずと決まってくる。したがって、この一定の広がり角を持つ光の断面が、マイクロレンズ12a～12fと同程度の大きさまで広がったときに、または、マイクロレンズ12a～12fと同程度の大きさに広がるまでにマイクロレンズ12a～12fに入射するよう、マイクロレンズアレー14の厚みを設計すれば、光ファイバ9a～9fを出射した光の全てをマイクロレンズ12a～12fに入射させることができる。

【0053】

また、マイクロレンズ12a～12fは、その光軸が光ファイバ9a～9fの光軸とほぼ一致するように配置設計されており、さらに、次の要件を満たすような形状に設計されていることが望ましい。図6は、本発明の光合分波器8a内の光路を示す概念図であって、L1はマイクロレンズ12a～12fの主平面、L

2はミラー層19の表面（以下ミラー面L2という）、L3はレンズ主平面L1のミラー面L2に対する鏡像である。マイクロレンズ12aは、図6に示すように、光ファイバ9aから出射した光がレンズ主平面L1（マイクロレンズ12a）に入射した後、光線方向を曲げられた平行光となって出射するような形状のレンズであることが望ましい。光線方向の曲げの程度つまりミラー面L2への入射角は後述する理由から10°未満の最適な角度であることが望ましい。

【0054】

また、マクロレンズ12cは、上記のマイクロレンズ12aの出射光がミラー面L2で反射して、斜め下方から入射してきたときに、その光線方向を曲げて光ファイバ9cに効率よく結合するような形状であることが望ましい。この光合分波器8aにおいて、マイクロレンズ12c～12fには同じ入射角で光が入射し、同じ出射角で光を出射すればよいので、マイクロレンズ12c～12fはコリメータレンズを使用して全て同一形状にすることもできるし、集光レンズを使用して最適な焦点距離になるようそれぞれ異なる形状にしておいてもよい。なお、本実施形態においてはマイクロレンズ12bは使用しないため省いておいてよい。しかしながら、第2の実施形態以降での共用化のため、図2～図5ではマイクロレンズ12bを備えたマイクロレンズアレー14を示している。マイクロレンズ12bもマイクロレンズ12cと同じ形状であればよい。

【0055】

上記の要件を満たすマイクロレンズ12a～12fは、図7（a）（b）に上面図及び正面図で示すように、非球面レンズ25から円形に切り出すことによって得られる。

【0056】

また、この様なマイクロレンズ12a～12fを表面に有するマイクロレンズアレー14は、紫外線硬化樹脂などの未硬化の樹脂に、マイクロレンズ12a～12fの反転パターンを表面に有するスタンパを押圧し、樹脂を硬化させるスタンパ法等によって簡単に成形することができる。また、このスタンパにスペーサー15a, 15b, 15c, 15dの反転パターンも形成しておけば、マイクロレンズ12a～12fとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dとを同時に形成

することができる。マイクロレンズ12a～12fとスペーサー15a～15dとを同時に形成できれば、個別に作成したスペーサー15a～15dをマイクロレンズアレー14に接着するよりも製造工程を簡略化することができ、また、マイクロレンズ12a～12fとフィルタ17a～17dとの位置精度も向上させることができる。

【0057】

本発明の光合分波器8aにおいては、図6に示すように光ファイバ9aを出射し、マイクロレンズ12a（主平面L1）を透過し、ミラー面L3で反射された平行光束が、マイクロレンズ12c（主平面L1のうち光ファイバ9cの下方）に入射するように各構成部品が形成され、配置されていなければならない。例えば、光ファイバ9a～9fの配置によってマイクロレンズ12a～12fの配置が定まっており、さらにマイクロレンズ12aの形状からミラー面L2への入射角も決まっている場合には、図6に示すようにマイクロレンズ12aから出射した平行光がすべて光ファイバ9cのミラー面L2に対する鏡像9c'に結合するようにミラー面L2の位置を定めるとよい。マイクロレンズアレー14とミラーレンズ19との間隔の調整は、ブロック体16の厚みとカバー部材20の厚みで調整することができる。

【0058】

また、光ファイバ9a～9fの配置によってマイクロレンズ12a～12fの配置が定まっており、さらにブロック体16やカバー部材20の厚みが決まっている場合には、マイクロレンズ12aの曲げ角度が適当な角度になるようにマイクロレンズ12aを設計するとよい。

【0059】

なお、光ファイバアレー11とマイクロレンズアレー14のアライメントは、光ファイバアレー11とマイクロレンズアレー14との間に未硬化の接着剤を塗布後、硬化させない状態で、各光ファイバー9a, 9b, 9c, 9d, 9eに光を照射して各マイクロレンズ12a, 12b, 12c, 12d, 12eを透過した光の強度を測定しながら位置調整をし、最適な位置で接着剤を硬化させるようにして行うと良い。

【0060】

次に、フィルタ層17について説明する。図8は、フィルタ17a～17d、ダミーフィルム18a, 18b及びARコート21の透過波長特性を示す図であって、横軸が波長、縦軸が光の透過率を示している。フィルタ17a, 17b, 17c, 17dは、それぞれ波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 を中心とする波長域の光を透過し、それ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。また、ダミーフィルム（スペーサー）18a, 18bは、例えば薄膜ガラス、石英、透明な樹脂フィルムなどを利用する波長域の光をすべて透過する部材である。

【0061】

ここで、本発明の光合分波器8aのフィルタ層17の製造方法を図9、図10を用いて説明する。まず、図9（a）に示すガラス等の基板22の表面に、スピンコーラーを用いて図9（b）に示すように透明物質で非常に薄い剥離膜13を成膜する。この剥離膜13の物質はポリイミドなど、透明で、薄膜を形成した後に加熱や水との接触、紫外線照射など何らかの条件を与えることによって接触している基板22などの他の層から剥離し易くなるような物質であればよい。

【0062】

剥離膜13の表面には、図9（c）に示すように各特性のフィルタ薄膜（誘電体多層膜）27を形成する。このように基板22上に剥離膜13とフィルタ薄膜27とを形成したものを、必要なフィルタ17a～17dの種類分用意する。また、剥離膜13とフィルタ薄膜27との合計厚みと同じ厚みで、ダミーフィルム18a, 18bを、透明な薄板ガラス、石英、透明樹脂フィルムなどによって形成しておく。

【0063】

次に、図9（d）に示すように、基板22上のフィルタ薄膜27および剥離膜13を光合分波器8aで使用するフィルタ17a, 17b, 17c, 17dの幅に切断する。ここでは、フィルタ薄膜27と剥離膜13が切断されるとよいので、基板22を完全に切断してしまう必要はない。フィルタ薄膜27と剥離膜13を切断したら、加熱や水との接触、紫外線照射等を行って、図9（e）に示すように剥離膜13を基板22から剥離する。

【0064】

次に、ブロック体16の親基板の表面に透明な接着剤を塗布しておいて、裏面に剥離膜13を備えたフィルタ17a, 17b, 17c, 17dとダミーフィルム18a, 18bを図10(f)に示す順番で一枚ずつ並べ、ブロック体16の親基板の表面に接着する。この場合、平面板で上面から押圧してフィルタ層17をブロック体16の親基板に密着させるようにするとよい。また、平坦な台の上にフィルタ17a～17dとダミーフィルム18a, 18bとを並べた上から、表面に透明な接着剤を塗布したブロック体16の親基板を押し付けるようにしてフィルタ層とブロック体16とを接着しても良い。この後、ブロック体16の親基板の裏面には、金属薄膜を形成されたシートを貼付するか金属を蒸着してミラー層19を形成すると良い。また、ブロック体16の親基板の裏面に事前にミラーを形成しておいてから、フィルタ17a～17dとダミーフィルム18a, 18bを表面に接着してもよい。

【0065】

次に、表面と裏面にフィルタ層17とミラー層19を形成したブロック体16の親基板を、図11に破線で示す部分で切断して図10(g)に示すように個々のブロック体16の形状に切断すれば、フィルタ層17及びミラー層19が形成されたブロック体16を効率よく大量生産することができる。

【0066】

また、親基板上のフィルタ層17と、表面にARコート層21を形成したカバ一部材20の親基板を透明な接着剤で接着し、その後、図11に示す切断を行えば、さらに効率よく光合分波器8aを製造することができる。また、このように切断前にフィルタ層17をカバ一部材20で覆っておけば、切断時にフィルタ層17が汚れたり傷つかず、歩留まりを低下させることができる。

【0067】

また、フィルタ層17は図12、図13を用いて説明する以下の方法で作っても良い。まず、図12(a)に示す基板22の表面に、スピンドルコーターを用いて図12(b)に示すように剥離膜23を形成する。この剥離膜23は、例えばポリイミドなど加熱や水との接触、紫外線照射等によって性質が変化し、基板22

やフィルタ薄膜27から剥がれ易くなるような物質であればよい。

【0068】

剥離膜23の表面には、図12(c)に示すように、各特性の誘電体多層膜からなるフィルタ薄膜27を成膜する。このようにフィルタ薄膜27を成膜したものを、必要なフィルタの種類だけ用意する。フィルタ薄膜27の表面には、図12(d)に示すようにさらに剥離膜13を成膜する。

【0069】

次に、図13(e)に示すように、剥離膜13の表面にダイシングテープ24を接着し、図13(f)に示すように、加熱や紫外線照射等によって剥離膜23をフィルタ薄膜27から剥離する。このとき、剥離膜23をフィルタ薄膜27と接着させたまま基板22のみを剥離するようにしてもよい。その場合には、フィルタ薄膜27を両面から剥離膜13、23で覆うことになるため、フィルタ薄膜27が傷つきにくくなり、取り扱い易くなる。

【0070】

次に、ダイシングテープ24のフィルタ薄膜27が形成されている面を上に向け、図13(g)に示すようにフィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eの幅に切断する。その後、紫外線を照射するなどしてダイシングテープを剥離膜13から剥がし、各フィルタ17a～17eをブロック体16上で並べて剥離膜13を透明な接着剤によってブロック体16に接着する。また、剥離膜13とフィルタ薄膜27を合わせた厚みと同じ厚みに成膜したダミーフィルム18a, 18bも、ブロック体16の表面に透明な接着剤で接着する。この後、先に説明した製造工程と同様、個々のフィルタ層17を形成するような切断を行えばよい。

【0071】

次に、本発明の光合分波器8aでの光の分波について説明する。図14は図3の一部破断した拡大断面図であって、本発明の光合分波器8aの分波の様子を説明する図である。波長 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4を多重した光を光ファイバ9aに入射すると、光ファイバ9aからマイクロレンズ12aに入射した光は、上述のように、マイクロレンズ12aによって光線方向を曲げられて平行光となり、ARコート層21、カバー部材20を透過してフィルタ層17のダミーフィルム18

aが配置されている部分に入射する。

【0072】

ダミーフィルム18aを透過した光は、さらにブロック体16を透過してミラー層19の表面で反射し、再びブロック体16を透過して、フィルタ層17に到達する。フィルタ層17のこの位置には、フィルタ17aを配置しているので、波長 λ 1の光はフィルタ17aを透過してマイクロレンズ12cに入射し、光軸を曲げられて光ファイバ9cに結合される。従って、光ファイバ9cの光出射端からは波長 λ 1の光のみを取り出すことができる。

【0073】

一方、フィルタ17aで反射された光（波長 λ 2, λ 3, λ 4）は、ミラー層19の表面で再度反射して、フィルタ層17に入射する。フィルタ層17のこの位置にはフィルタ17bを配置しているので、フィルタ17bを透過した波長 λ 2の光はマイクロレンズ12dに入射し、光軸を曲げられて光ファイバ9dに結合される。従って、光ファイバ9dの光出射端からは波長 λ 2の光を取り出すことができる。

【0074】

同様に、フィルタ17bで反射された光は、さらにミラー層19の表面で反射して、フィルタ層17に入射する。フィルタ層17のこの位置にはフィルタ17cを配置しているので、フィルタ17cを透過した波長 λ 3の光はマイクロレンズ12eに入射し、光軸を曲げられて光ファイバ9eに結合される。従って、光ファイバ9eの光出射端からは波長 λ 3の光を取り出すことができる。

【0075】

同様に、フィルタ17cで反射された光は、さらにミラー層19の表面で反射して、フィルタ層17に入射する。フィルタ層17のこの位置には、フィルタ17dを配置しているので、フィルタ17dを透過した波長 λ 4の光はマイクロレンズ12fに入射し、光軸を曲げられて光ファイバ9fに結合される。従って、光ファイバ9fの光出射端からは波長 λ 4の光を取り出すことができる。

【0076】

このように本発明の光合分波器8aは、多重された光を分波することができる

。また逆に、光ファイバ9 c～9 dを伝搬してきた波長 λ 1～ λ 4の光を多重して光ファイバ9 aから取り出すようにすれば、合波器として利用することができる。

【0077】

なお、上記説明では、各フィルタ17 b, 17 c, 17 dを透過した光がそれぞれマイクロレンズ12 d, 12 e, 12 fに入射するとしたが、これは、ブロック体16の厚みw2によって、隣り合うマイクロレンズ12 c, 12 d, 12 e, 12 fの間隔と、ミラー層19での光の反射の間隔d2とが一致するよう調整しているためである。

【0078】

また、この場合、マイクロレンズ12 aとマイクロレンズ12 cとの間隔d1は、カバー部材20の厚みで調整すると良い。このように、本発明の光合分波器8 aにおいては、カバー部材20に十分な厚みがあり、厚みを調整することによって正確に光路を設計することができるので、光のロスが少ない光合分波器8 aにすることができる。また、ブロック体16の厚みw2とカバー部材20の厚みw1が同じ厚みであるときに、マイクロレンズ12 aとマイクロレンズ12 cの間隔d1がミラー層19での反射の間隔d2の二倍になるようマイクロレンズアレー14を設計しておけば、ファイバアレー11のファイバ9 a, 9 b, 9 c, 9 d, 9 e, 9 fのそれぞれの間隔が等間隔となり、またブロック体16とカバー部材20を同一資材で形成することができ、資材調達や加工にかかるコストを低減させることができる。

【0079】

なお、マイクロレンズ12 aを透過した光のミラー層19への入射角度が10°以下の適当な角度になるようにマイクロレンズ12 aを設計するとよいことを前述したが、その理由は以下の通りである。ミラー層19の入射角度は、そのままフィルタ層17への入射角度となるが、この角度が大きすぎると、P偏光とS偏光の入射角による透過率の違い（波長依存性損失）が大きくなってしまって、フィルタ17 aを透過した波長 λ 1の光と透過前の波長の λ 1の光の性質が変わってしまう。つまり光の再現性が悪い。したがって、ミラー層19への入射角度

は大き過ぎてはならないが、逆にミラー層19への入射角度が小さすぎると、ブロック体16とカバー部材20の厚みを厚くして光路長を長くしなければ、マイクロレンズ12cに光を入射させられなくなり、光合分波器8aが大型化し、光の減衰も大きくなる。これらを考慮した計算及び実験結果より、ミラー層19への入射角は10°以下の最適な角度にすることが望ましい。

【0080】

本発明の光合分波器8aは、図15の概略断面図で示すようにケーシング32に納め、入り口を接着剤33で封止して使用するとよい。

【0081】

本発明の光合分波器8aは、マイクロレンズアレー14を備えており、マイクロレンズ12a～12fによって光の光軸方向を曲げることができる。したがって、多重した光を伝搬する光ファイバ9aと分波後の光を伝搬する光ファイバ9c～9fとを平行に並べてなる光ファイバアレー11の光出射端面とフィルタ層17やミラー層19とを互いに平行に配置することができ、分波の数を増やしても小型の光合分波器8aにすることができる。

【0082】

また、本発明の光合分波器8aにあっては、カバー部材20とブロック体16の厚みを調整することによって、分波した光が正確にマイクロレンズ12c～12fに入射するように設計することができる。

【0083】

(第2の実施形態)

図16は、本発明の別の実施形態による光合分波器8bの一部破断した概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eはそれぞれ波長 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4, λ 5の光を透過する誘電体多層膜である。フィルタ層17は、フィルタ17a～17eと剥離膜13及びダミーフィルム(スペーサー)18a, 18bで構成されている。フィルタ層17は第1の実施形態で説明した製造工程によって製造することができる。図16に示す光合分波器8bのうち、第1の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。

【0084】

本実施形態の光合分波器8bは、フィルタ層17の表面を透明で非常に薄いガラス等のフィルム20aで覆ってフィルタ17a～17eを湿気等から保護している。フィルム20aの表面にはARコート層21が形成されている。

【0085】

フィルタ17a～17eは、ミラー層19で反射した光がマイクロレンズ12b, 12c, 12d, 12e, 12fに入射するときのその光軸上に配置していなければならぬため、第1の実施形態で示したようにフィルタ上のカバー部材の厚みが厚ければ、プロック体16の厚みと、ミラー層19への光の入射角から各フィルタ17a～17eの配置設計をする必要がある。

【0086】

しかしながら、本実施形態のように非常に薄いフィルム20aでフィルタ層17を覆っていれば、第一の実施形態の光合分波器よりもフィルタ17a～17eとマイクロレンズ12a～12eとを近接させることができる。したがって、マイクロレンズ12b, 12c, 12d, 12e, 12fと対面する位置にダミーフィルム18aを形成し、マイクロレンズ12a～12fと同じ位置にフィルタ17a～17eを配置しても、ミラー層19で反射した光を各フィルタ17a～17eに入射させることができる。このように、本実施形態では、第1の実施形態で示した光合分波器8aのようにフィルタ層17の配置設計が煩雑ではない。

【0087】

また、図17に示すように、フィルタ17a～17eの表面はフィルム21a等で必ずしも覆わなくてもよい。ただし、フィルタ層17の表面が平坦になるように、フィルム20aとARコート層21を合わせた厚みは剥離膜13とフィルタ17a～17eを合わせた厚みと同じ厚みにしなければならない。

【0088】

(第3の実施形態)

図18は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器8cの一部破断した

概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。図18に示す光合分波器8cのうち、第1の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。フィルタ層17は、フィルタ17a～17eと剥離膜13及びダミーフィルム18aで構成されている。フィルタ層17は第一の実施形態で説明した製造方法で製造することができる。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eはそれぞれ波長 $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4, \lambda 5$ の光を透過する誘電体多層膜である。マイクロレンズアレー14との高さ調整のために、ブロック体16とマイクロレンズアレー14の間にはスペーサーブロック31a, 31bを挟んでいる。

【0089】

本実施形態の光合分波器8cでは、ガラス板などの透明な板28に透明な接着剤を塗布し、その上にフィルタ層17を形成している。フィルタ層17上にはさらに表面にARコート層21を備えたフィルム20aが透明な接着剤で接着されている。このようにフィルタ層17等が表面に形成された透明な板28と、スペーサーブロック31a, 31bとをブロック体16の表面に接着し、さらにマイクロレンズアレー14等を接着すれば光合分波器8cが完成する。

【0090】

(第4の実施形態)

図19は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器8dの一部破断した概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。本光合分波器8dにおいて、第1の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。本実施形態の光合分波器8dのフィルタ層17は、フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17e又はARコート層21がガラス等の透明ブロックの表面に形成されてなるフィルタブロック29a, 29b, 29c, 29d, 29e, 29f, 29gから構成されている。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eは、それぞれ $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4, \lambda 5$ の波長域の光を透過し、それ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。

【0091】

次に本実施形態のフィルタ層17の製造方法を図20を用いて説明する。まず

、図20 (a) に示すように、ガラスなどの透明な基板22の表面に各フィルタ特性のフィルタ薄膜27を形成する。フィルタ薄膜27を表面に形成した基板22は、フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eの種類だけ用意する。また、フィルタ薄膜27と同じ厚みのARコート層21を基板22の上に形成したものも用意する。

【0092】

次に、図20 (b) に示すように、基板22の裏面を研磨して基板22の厚みをできるだけ薄くし、図20 (c) に示すように光合分波器8dで使用するフィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eやARコート層21の幅で切断する。フィルタ17a～17e又はARコート層21が表面に形成された基板22を切断したものは、フィルタブロック29a～29gとなる。

【0093】

次に、フィルタ17a～17e付きのフィルタブロック29a～29e及びARコート付きのフィルタブロック29f, 29gを、図20 (d) に示すように順に並べて側面を貼り合わせ、裏面が平坦になるよう研磨すれば、20 (e) に示すようなフィルタ層17が完成する。このフィルタ層17は、透明な接着剤でブロック体16の上面に貼り合わせる。

【0094】

(第5の実施形態)

図21は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器8eの一部破断した概略断面図であって、第1の実施形態の図14及び第4の実施形態で説明した図19に相当する図である。この光合分波器8eにおいて、第1又は第4の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eは、それぞれ波長 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4, λ 5の光を透過しそれ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。フィルタ層17は、このフィルタ17a～17e又はARコート層21がガラスなどの透明なブロックの表面に形成されてなるフィルタブロック29a～29fで構成されている。

【0095】

図21に示すように、本実施形態の光合分波器8eのフィルタ層17 (フィル

タブロック29a～29f)は、マイクロレンズ12a～12fの下方にのみ配置されている。マイクロレンズ12a～12fとフィルタ層17の間隔を決めるスペーサーには、図21に示すようなマイクロレンズアレー14とは完全に別体のスペーサーブロック31a, 31bのみを用いても良い。しかしながら、図22に示す光合分波器8e'の様に、マイクロレンズアレー14と一体形成されたスペーサー15a, 15b, 15c, 15dと、このスペーサー15a～15dに継ぎ足すことによって丁度良い高さにできるスペーサーブロック31a, 31bとを用いるようにすれば、第1の実施形態で説明したマイクロレンズアレー14をこの実施形態でも利用することができる。

【0096】

本実施形態のフィルタ層17は、第4の実施形態で図20(a)を用いて説明したフィルタ層17の製造方法で製造することができる。しかしながら、図20に示す基板22の上面に成膜されたフィルタ薄膜27には、その中心方向に向けた引っ張り応力が発生しているので、基板22の裏面を研磨したときにこの引っ張り応力によってガラス基板が反り返ったり割れてしまうことがある。この問題を解決するためには、図23(a)に示すように、基板22の表面にフィルタ薄膜27を成膜した後に、図23(b)に示すようにフィルタ薄膜27をダイシングブレードで切断しておき、その後で、図23(c)に示すように、所望する厚みになるまで基板22の裏面を研磨するとよい。このように、基板22を研磨する前にフィルタ薄膜27を分断しておけば、個々のフィルタ薄膜27aの面積が小さくなつて応力が緩和されるので、研磨によって基板22が薄くなつても基板22が反り返ったり割れてしまうことがない。なお、フィルタ薄膜27は必ずしもフィルタ17a～17fの幅に分断しなければならないわけではなく、上記の応力が緩和される程度の、フィルタの幅を何倍かした幅で分断してもよい。

【0097】

最後に図23(d)に示すように、光合分波器8eで使用するフィルタ17a～17fの幅でフィルタ薄膜27a及び基板22を完全に切断する。その後の工程は、第4の実施形態で説明したものと同じである。

【0098】

(第6の実施形態)

図24は、本発明のさらに別の実施形態である光合分波器8fの一部破断した概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。この光合分波器8fは、光ファイバアレー11、その下面にマイクロレンズ12a～12fとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dを備えたマイクロレンズアレー14、フィルタ層17及びミラー層19から構成されている。

【0099】

フィルタ層17は、ガラスなどの透明なブロックの表面にフィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17e又はARコート層21若しくはダミーフィルム18bを形成したフィルタブロック29a, 29b, 29c, 29d, 29e, 29f, 29gで構成されている。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eは、それぞれ波長 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4, λ 5の光を透過しそれ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。本実施形態の光合分波器8fにおいては、第4又は第5の実施形態で説明した製造方法で、フィルタ層17を製造し、このフィルタ層17の裏面にミラー層19を形成している。

【0100】

(第7の実施形態)

図25は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器8gの概略断面図であって、光の分波を説明する図である。この光合分波器8gは、第1の実施形態で説明した光合分波器2台をミラー層19を挟んで対象に配置して一体化させたような形態になっている。

【0101】

本実施形態の光合分波器8gは、光ファイバ9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9fとコネクタ10でなる光ファイバアレー11aと、下面にマイクロレンズ12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12fとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dを備えたマイクロレンズアレー14a、フィルタ層17l、ブロック体16a、ミラー層19、ブロック体16b、フィルタ層17m、下面にマイクロレンズ12g, 12h, 12i, 12j, 12k, 12lとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dを備えたマイクロレンズアレー14b、光ファイバ9g, 9h, 9i, 9

j, 9 k, 9 l とコネクタ 10 でなる光ファイバアレー 11 b から構成されている

。

【0102】

フィルタ層 171 は、ARコート層（反射防止膜）21 と、それぞれ波長 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4, λ 5 の光を透過するフィルタ 17a, 17b, 17c, 17d, 17e、ダミーフィルム（スペーサー）18b で構成されている。また、フィルタ層 17m は、それぞれ波長 λ 6, λ 7, λ 8, λ 9, λ 10 の光を透過するフィルタ 17f, 17g, 17h, 17i, 17j とダミーフィルム（スペーサー）18a, 18b で構成されている。ミラー層 19 は、その大部分が金属膜などの反射率の高い物質層であるが、一部のみ波長 λ 6, λ 7, λ 8, λ 9, λ 10 の光を透過するフィルタ 17k になっている。

【0103】

次に、この光合分波器 8g での光の分波を説明する。ファイバ 9a からマイクロレンズ 12a に入射した波長 λ 1～ λ 10 の光は、マイクロレンズ 12a を透過することによってその光路が曲げられ、平行光となって ARコート層 21、ブロック体 16a を透過し、ミラー層 19 のフィルタ 17k に入射する。

【0104】

このフィルタ 17k では、波長 λ 1～ λ 5 の光が反射される。反射された光 λ 1～ λ 5 の光は、フィルタ層 171 とミラー層 19 での透過と反射を繰り返しながら分波され、光ファイバ 9b, 9c, 9d, 9f からは、それぞれ波長 λ 1, λ 2, λ 3, λ 4, λ 5 の光を取り出すことができる。

【0105】

また、ミラー層 19 のフィルタ 17k を透過した波長 λ 6～ λ 10 の光は、ブロック体 16b を透過して、フィルタ層 17m に入射する。ここでも、フィルタ層 17m とミラー層 19 での透過と反射を繰り返しながら分波が進み、光ファイバ 9h, 9i, 9j, 9k, 9l からは、それぞれ波長 λ 6, λ 7, λ 8, λ 9, λ 10 の光を取り出すことができる。

【0106】

本発明の光合分波器 8g は、ミラー層 19 を共有することによって、小型で、

多くの波長に分波できるようになっている。

【発明の効果】

【0107】

本発明の光合分波器は、マイクロレンズアレーを備えており、マイクロレンズによって光の光軸方向を曲げることができる。したがって、多重した光を伝搬する光ファイバと分波後の光を伝搬する光ファイバとを平行に並べてなる光ファイバアレーの光出射端面とフィルタ層やミラー層とを互いに平行に配置することができ、製造も容易で、分波の数を増やしても小型の光合分波器にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

特許文献 1 の第 2 図と同じ図であって、従来の光合分波の構造を説明するための図である。

【図 2】

本発明の一実施形態である光合分波器の構造を示す概略分解斜視図である

【図 3】

図 2 に示す本発明の光合分波器の、光ファイバアレーのコアを通る面における概略断面図である。

【図 4】

図 2 に示す本発明の光合分波器の概略側面図である。

【図 5】

マイクロレンズアレーの下面図である。

【図 6】

光路を説明する概念図である。

【図 7】

マイクロレンズの形状を説明する図である。

【図 8】

フィルタの特性を示す図であって、横軸は波長、縦軸は光透過率を示している

。

【図9】

(a)～(e) はフィルタ層の製造方法を説明する図である。

【図10】

(f) (g) は図9の続図である。

【図11】

フィルタ層の製造方法を説明する図である。

【図12】

(a)～(d) はフィルタ層の別な製造工程を説明する図である。

【図13】

(e)～(g) は図12の続図である。

【図14】

図3に示す光合分波器の一部破断した概略拡大断面図である。

【図15】

本発明の光合分波器の使用形態を説明する概略断面図である。

【図16】

本発明の別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図17】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図18】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図19】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図20】

(a)～(e) は、フィルタ層の別な製造方法を説明する図である。

【図21】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

る。

【図22】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図23】

(a)～(d)は、フィルタ層の製造工程を説明する図である。

【図24】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図25】

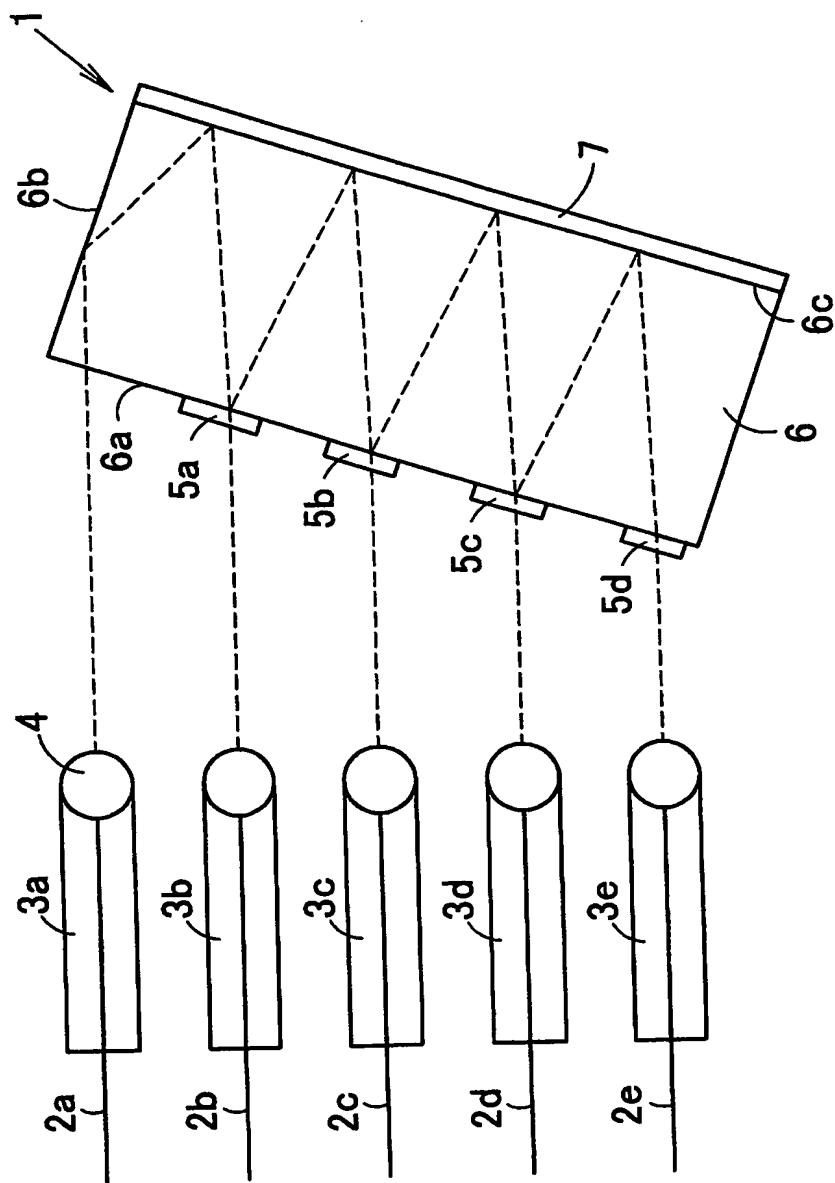
本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の概略断面図である。

【符号の説明】

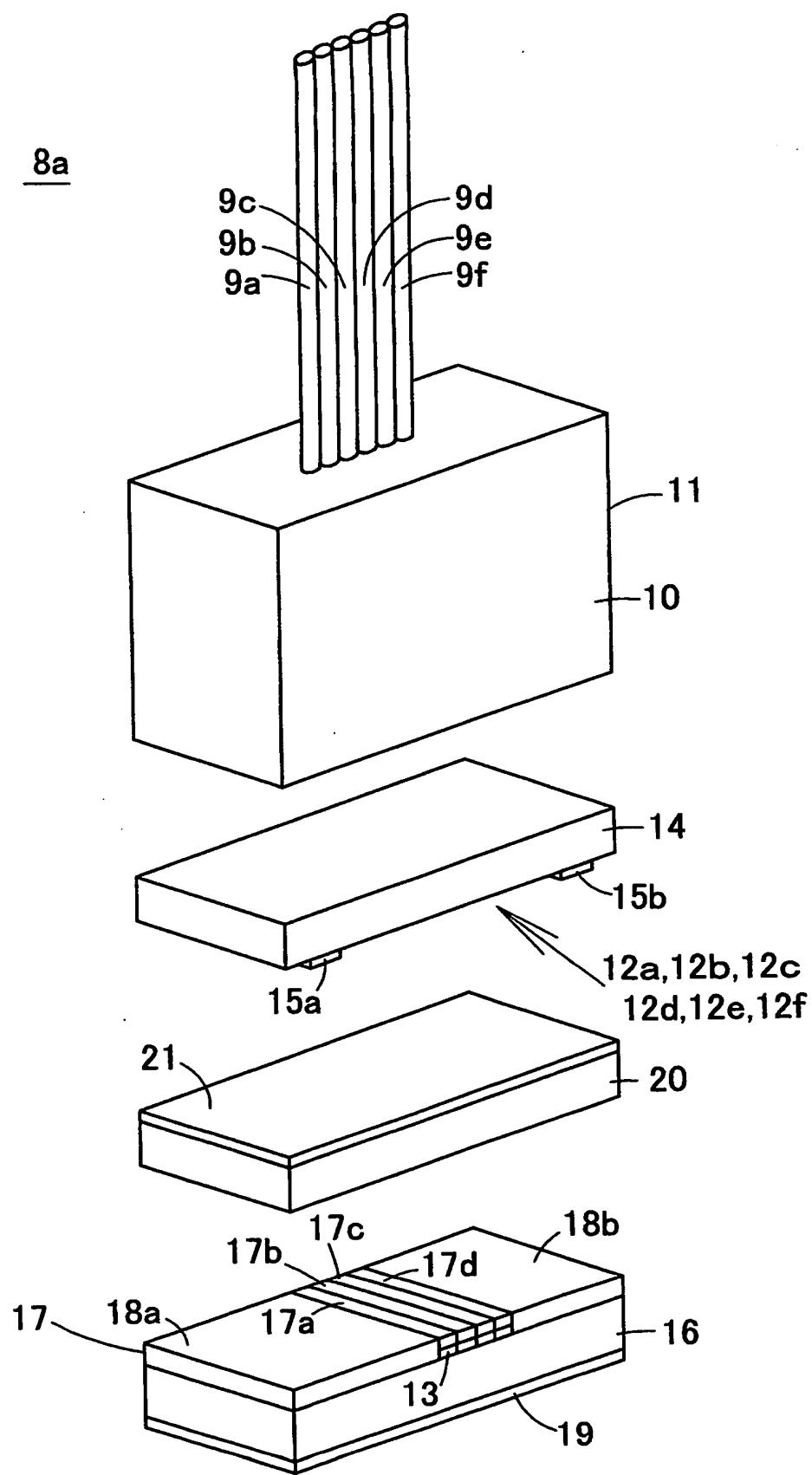
- 8 a～8 g 光合分波器
- 9 a～9 l 光ファイバ
- 10 コネクタ
- 11, 11 a, 11 b 光ファイバレー
- 12 a～12 l マイクロレンズ
- 13 剥離膜
- 14, 14 a, 14 b マイクロレンズレー
- 15 a～15 d スペーサー
- 16, 16 a, 16 b ブロック体
- 17 フィルタ層
- 17 a～17 k フィルタ
- 18 a, 18 b ダミーフィルム
- 19 ミラー層
- 20 カバー部材
- 21 ARコート層

【書類名】 図面

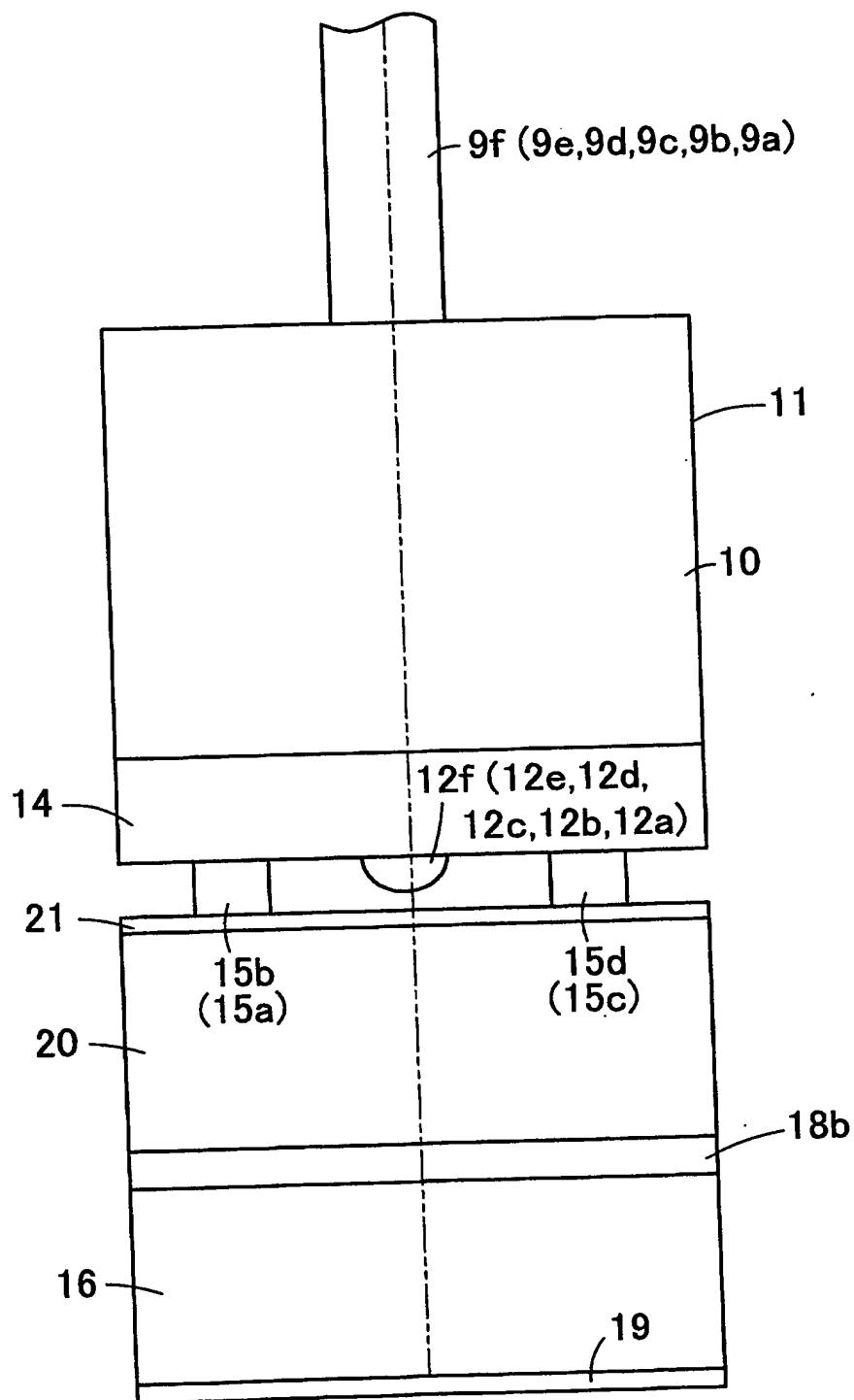
【図1】



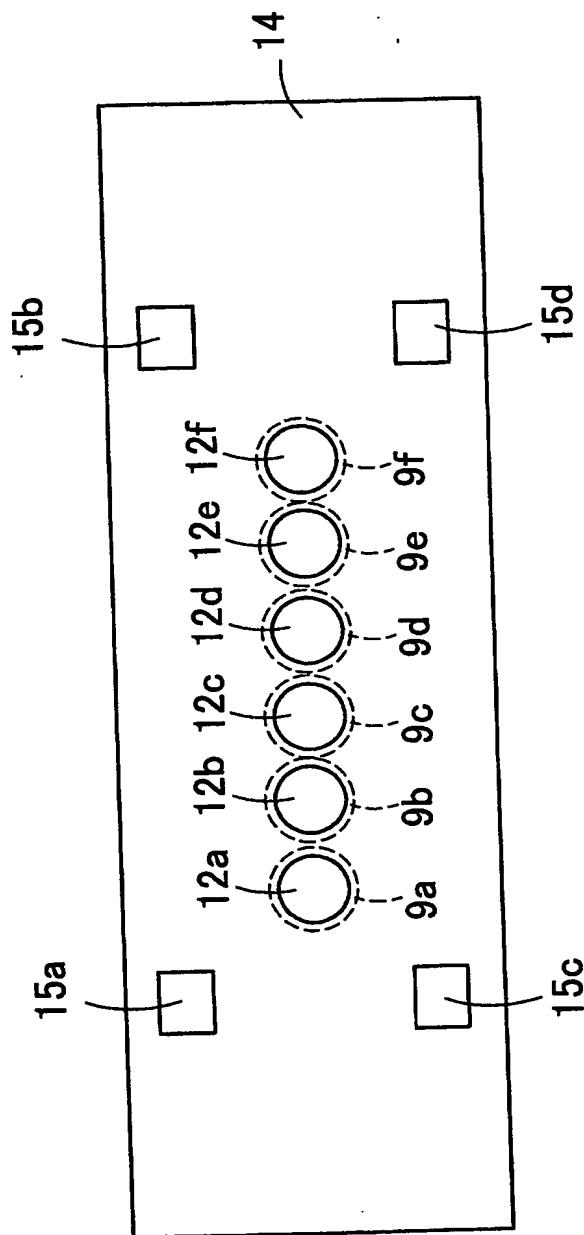
【図2】



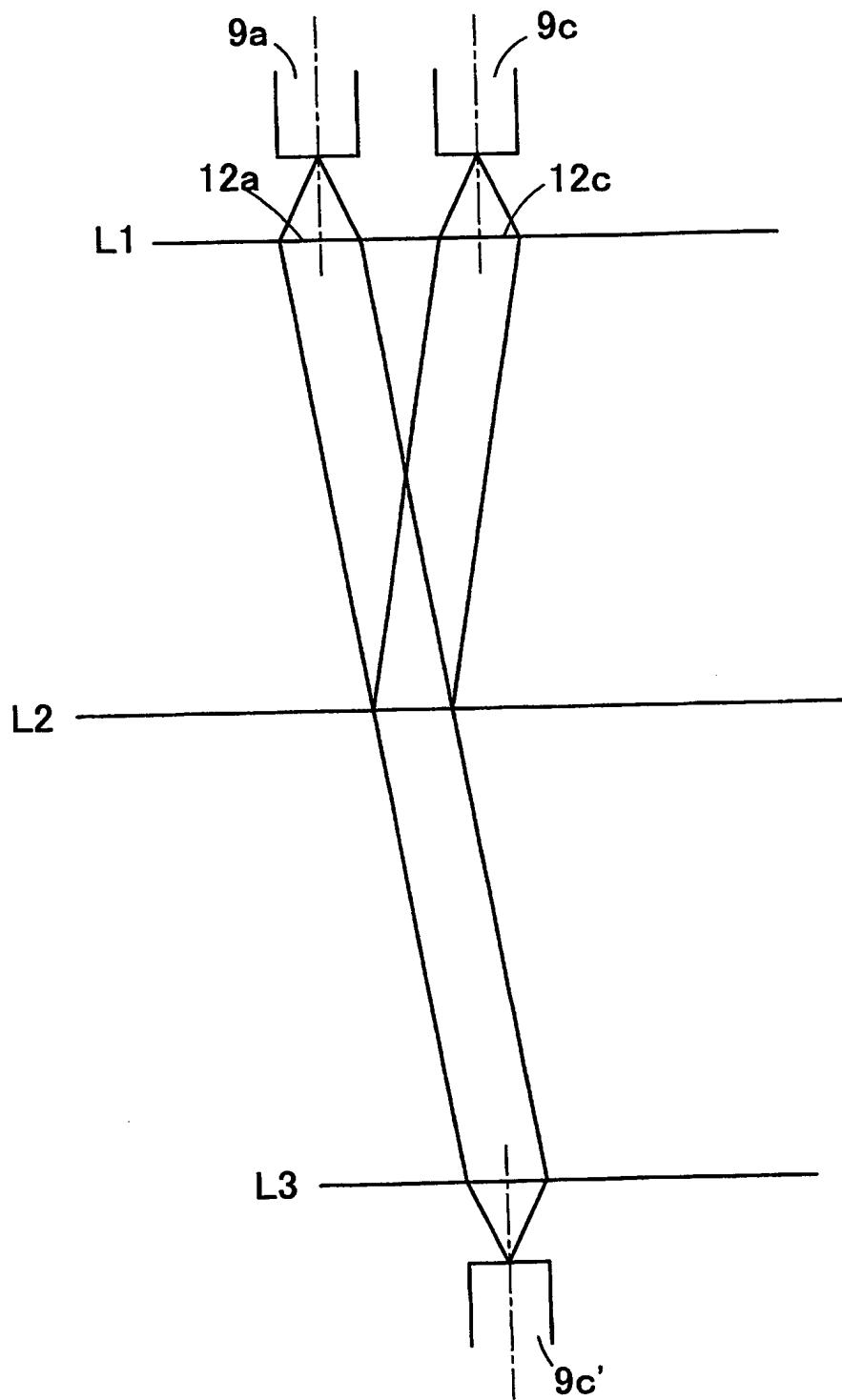
【図 4】



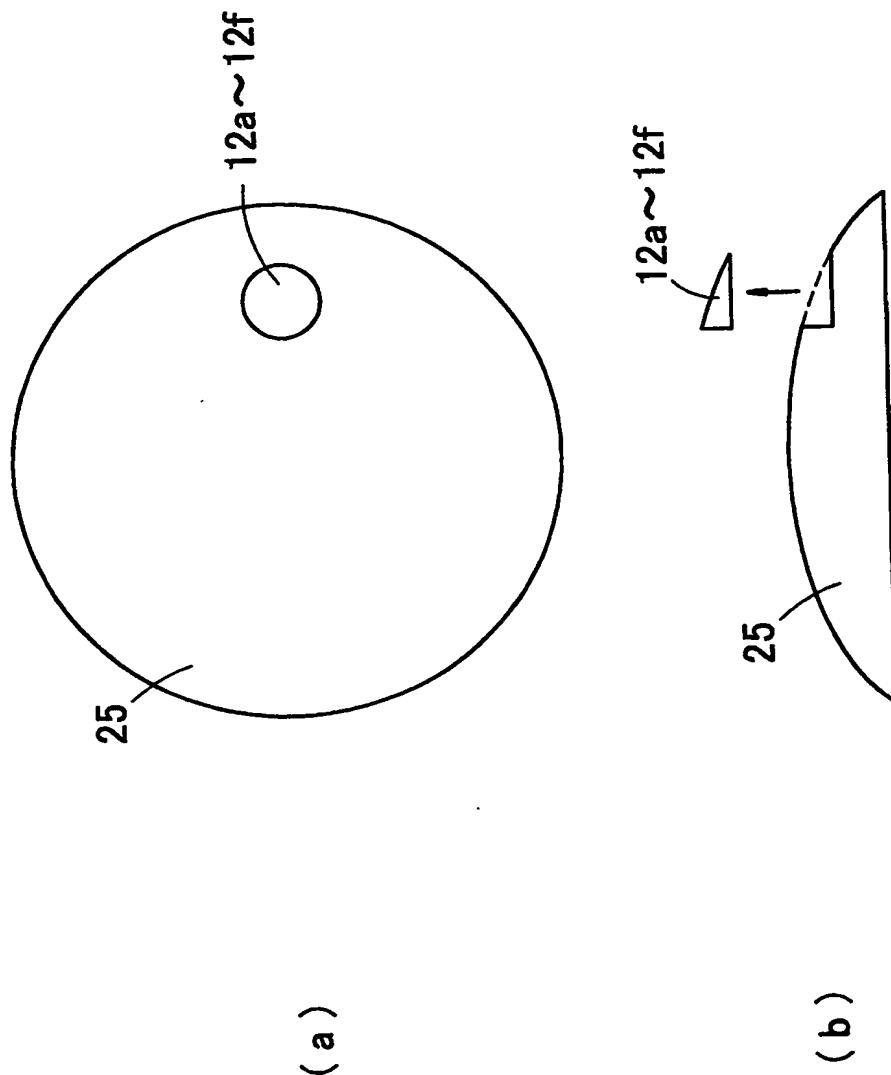
【図5】



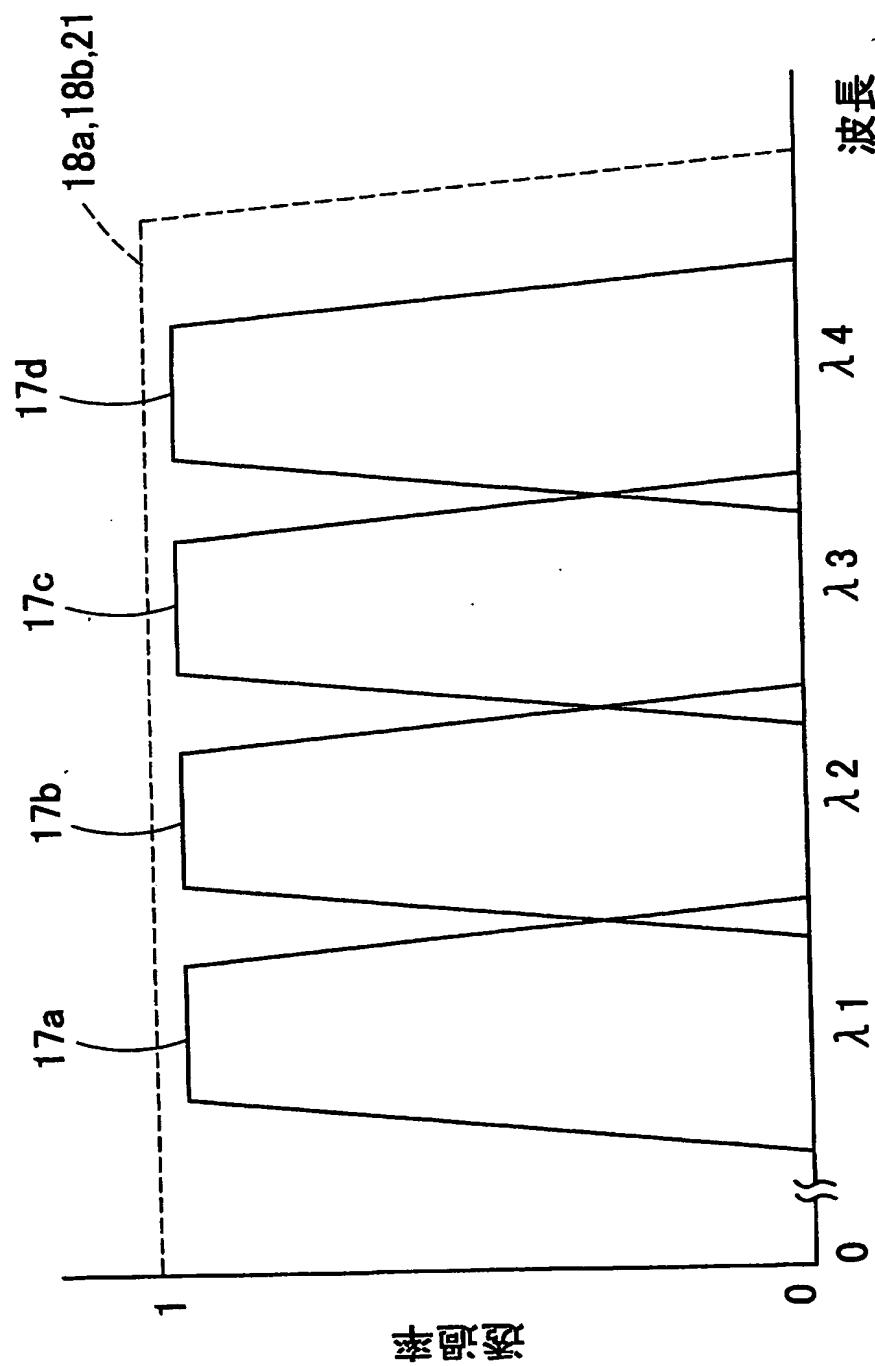
【図6】



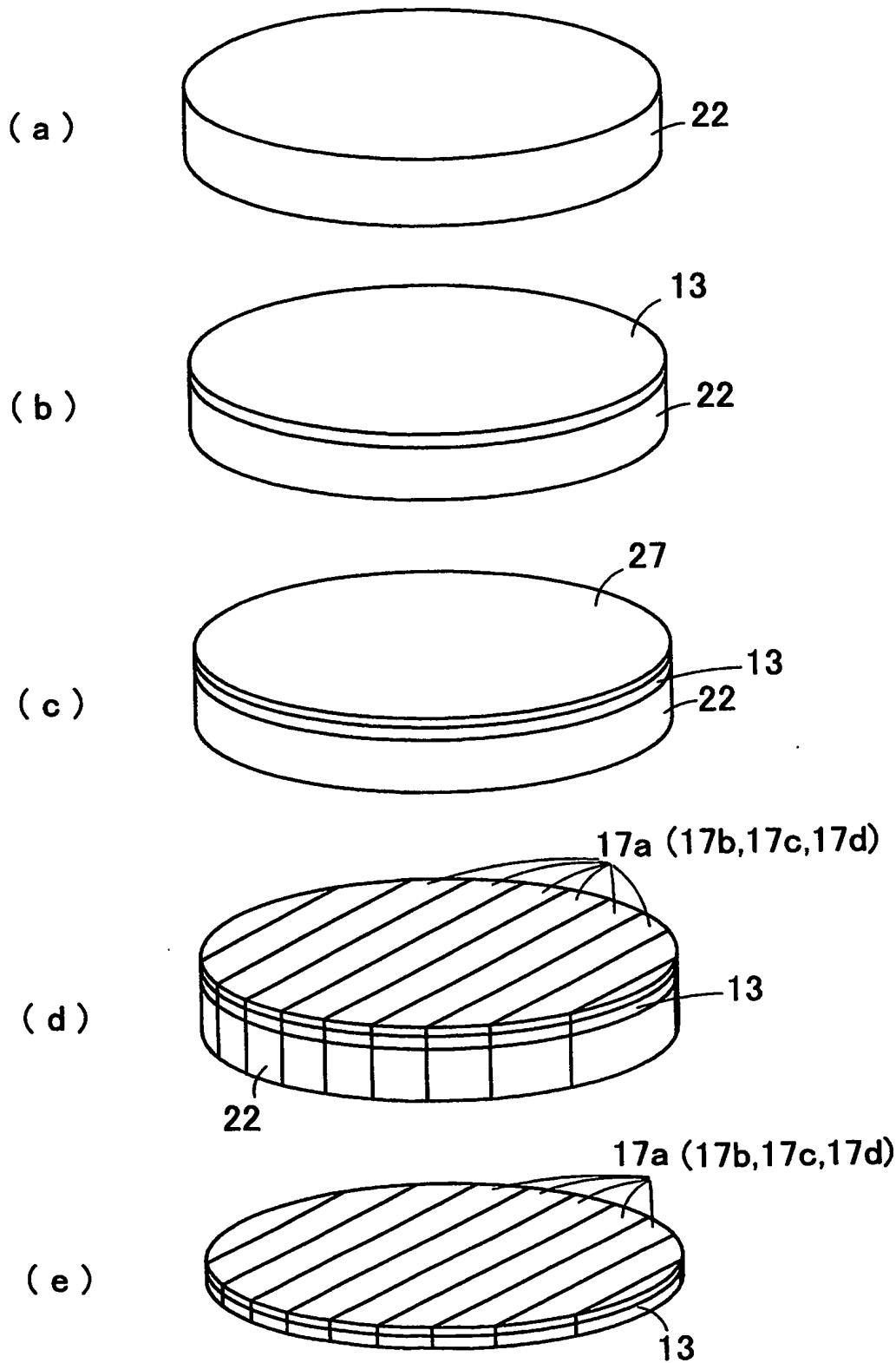
【図 7】



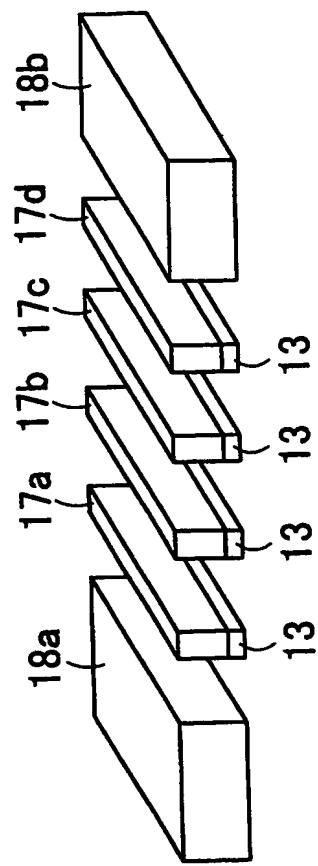
【図8】



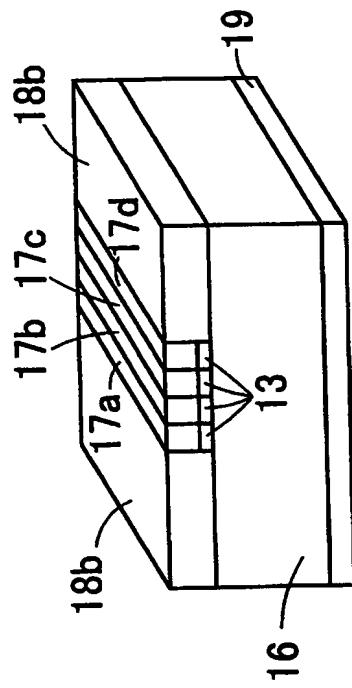
【図9】



【図10】

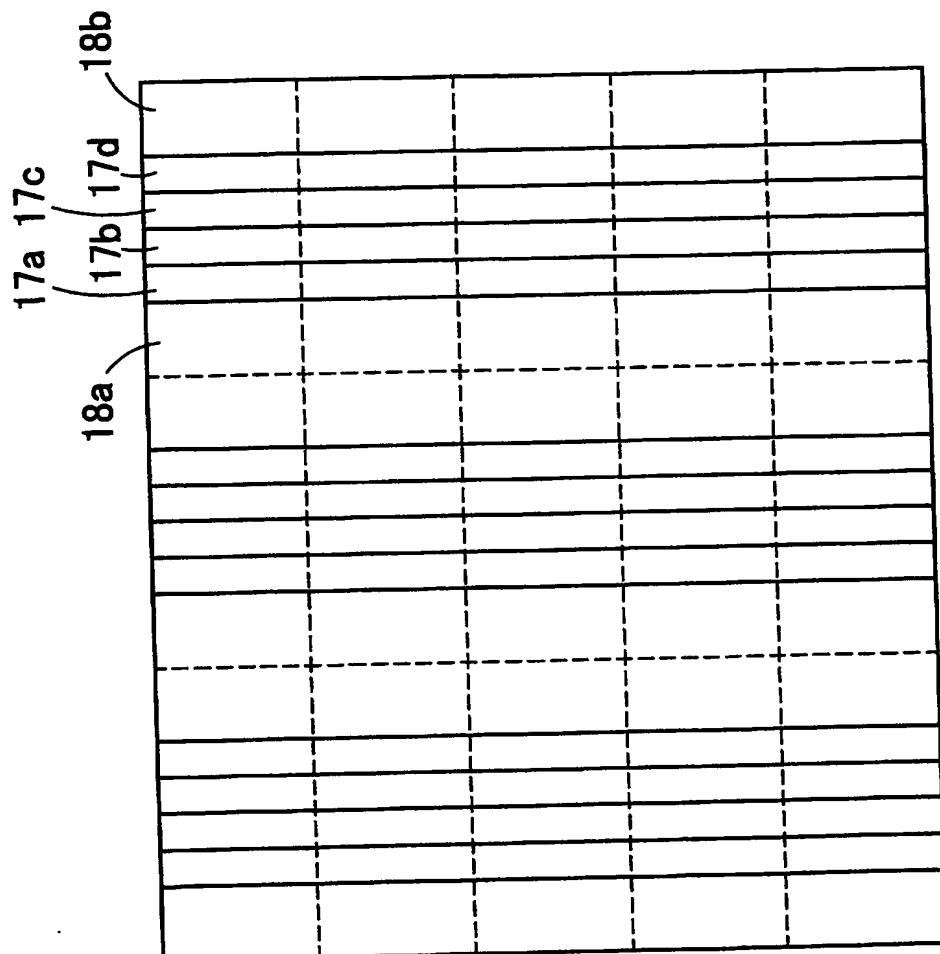


(f)

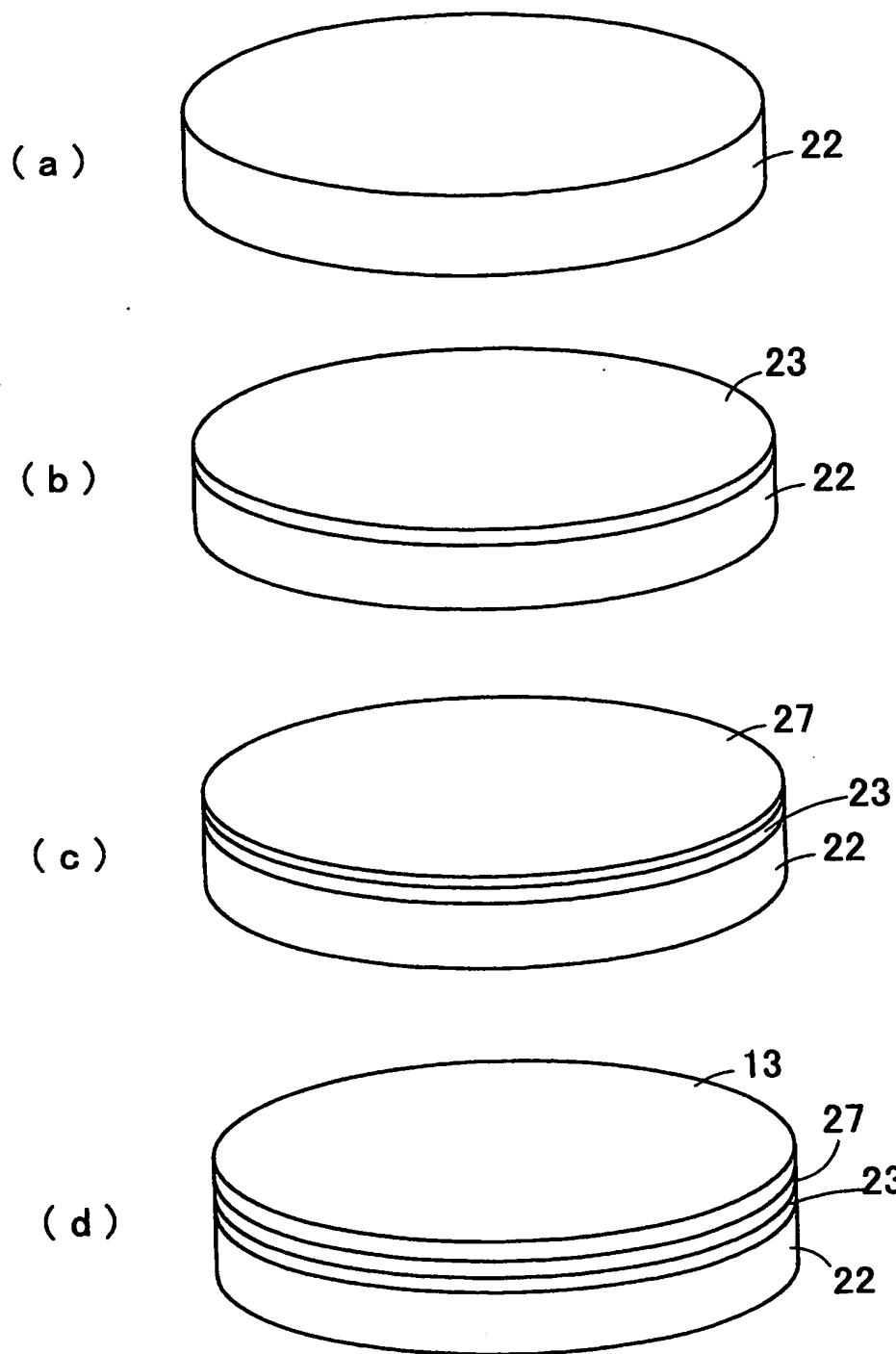


(g)

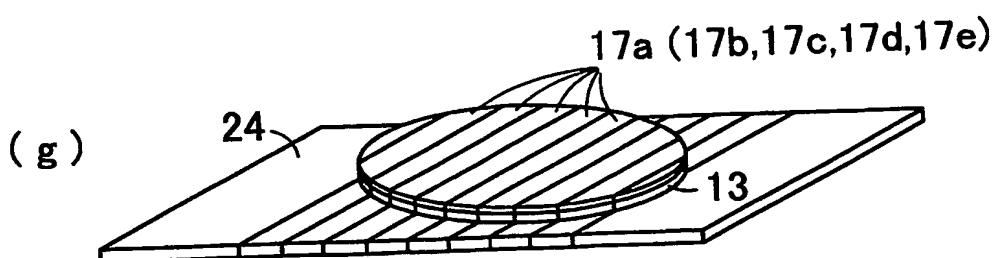
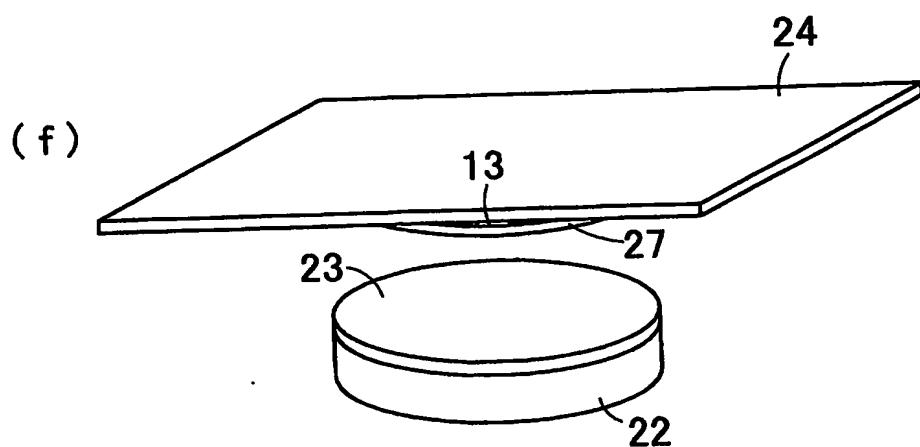
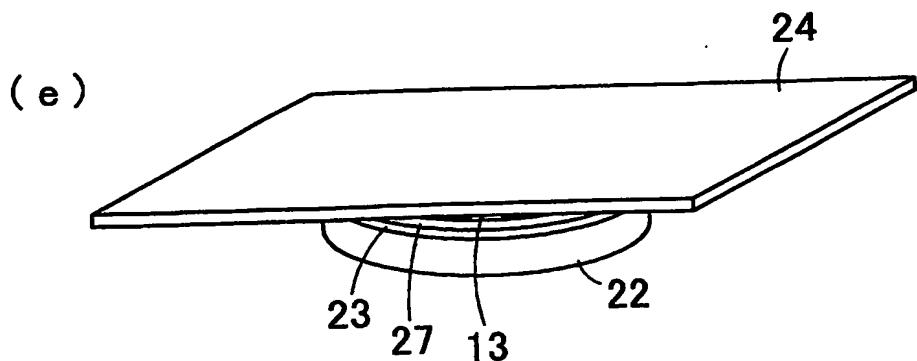
【図11】



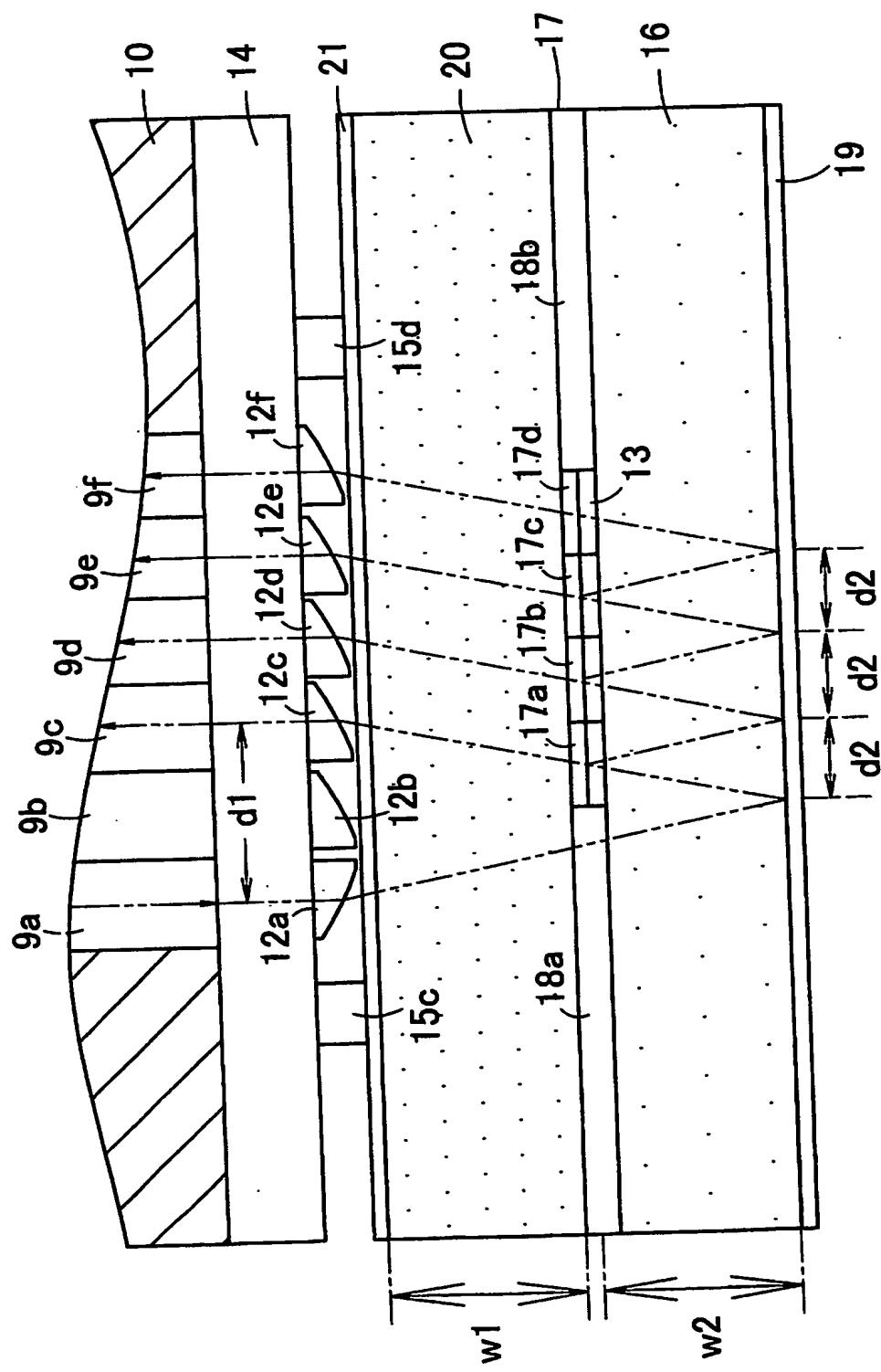
【図12】



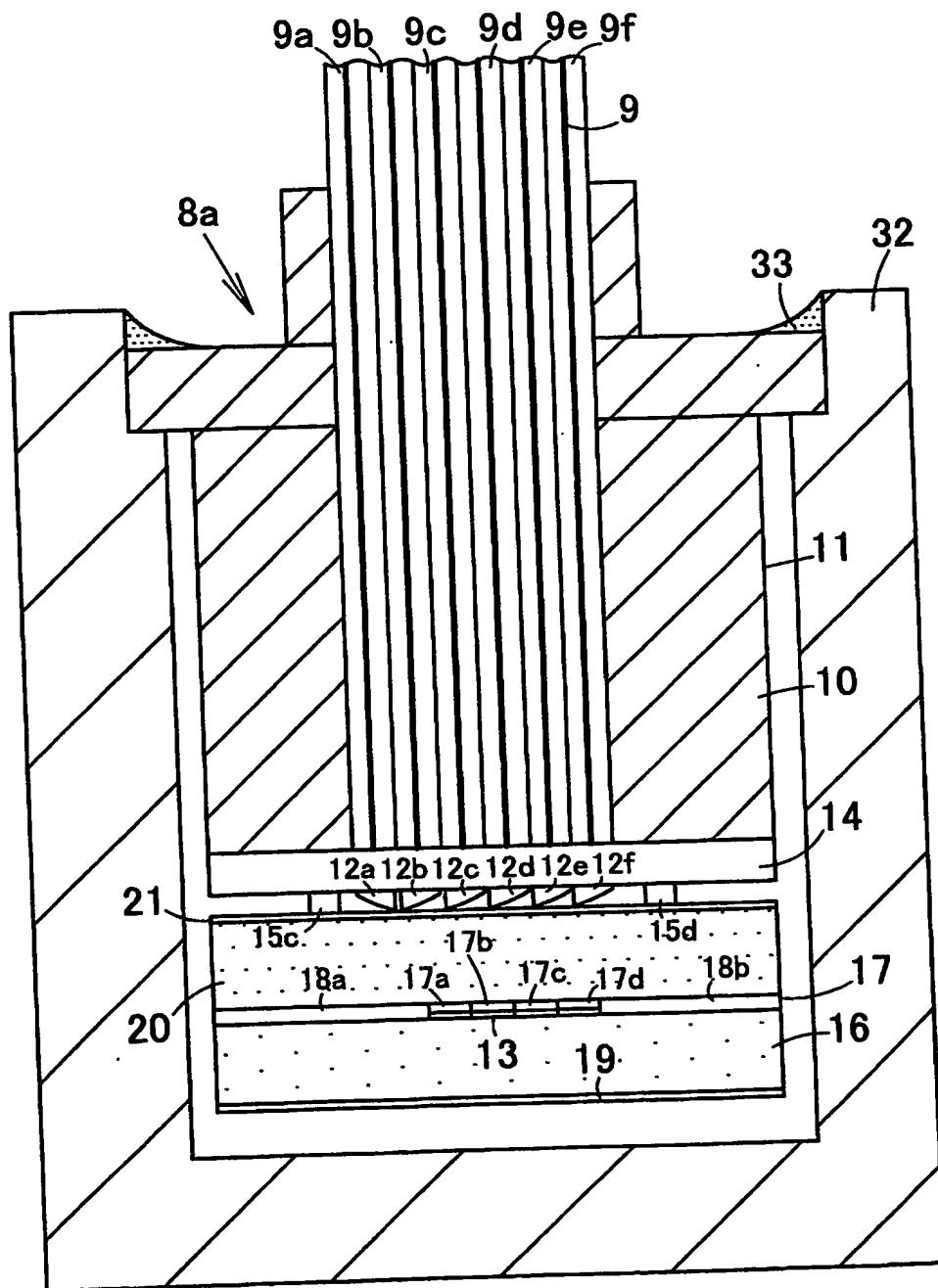
【図13】



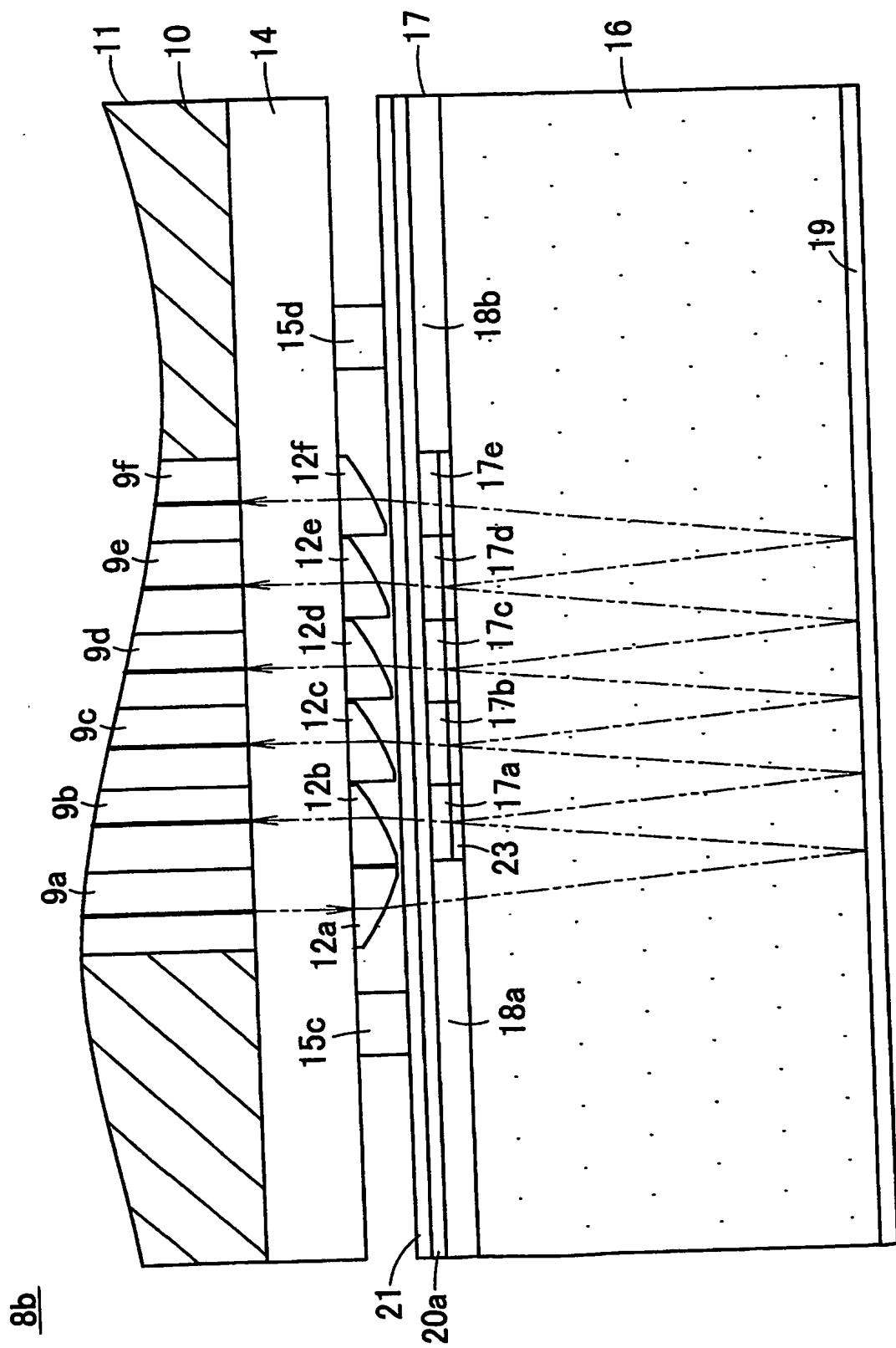
【図14】



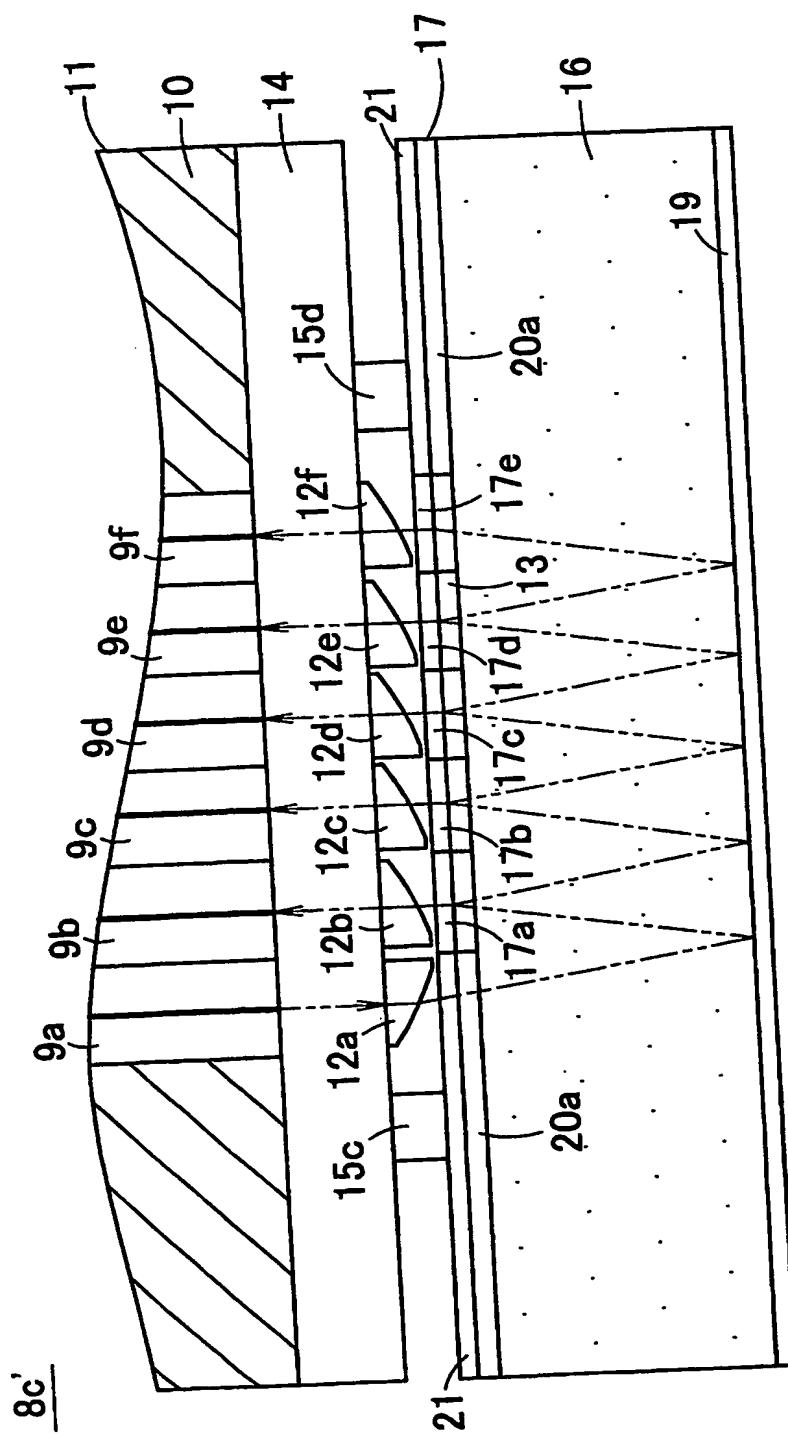
【図15】



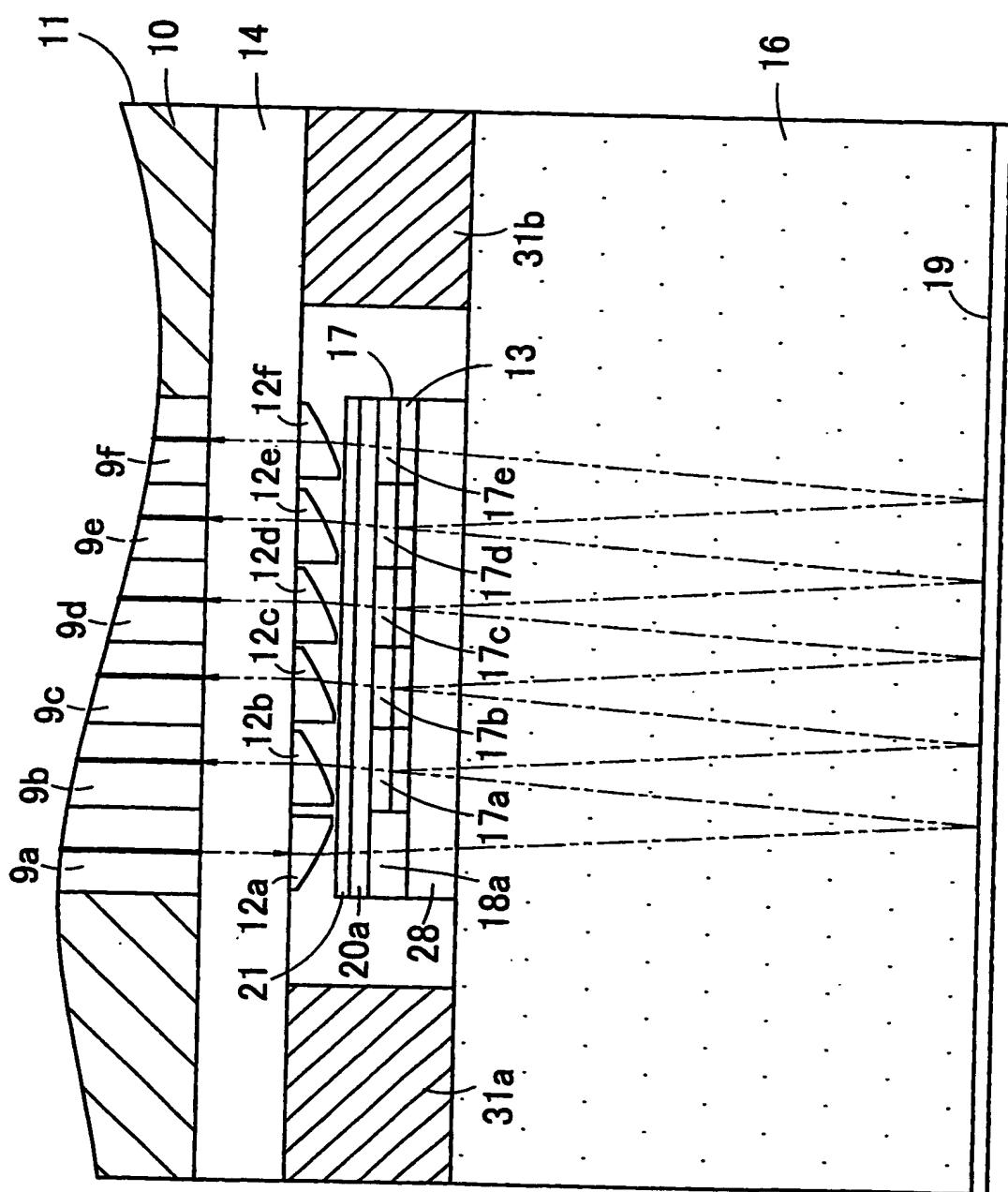
【図16】



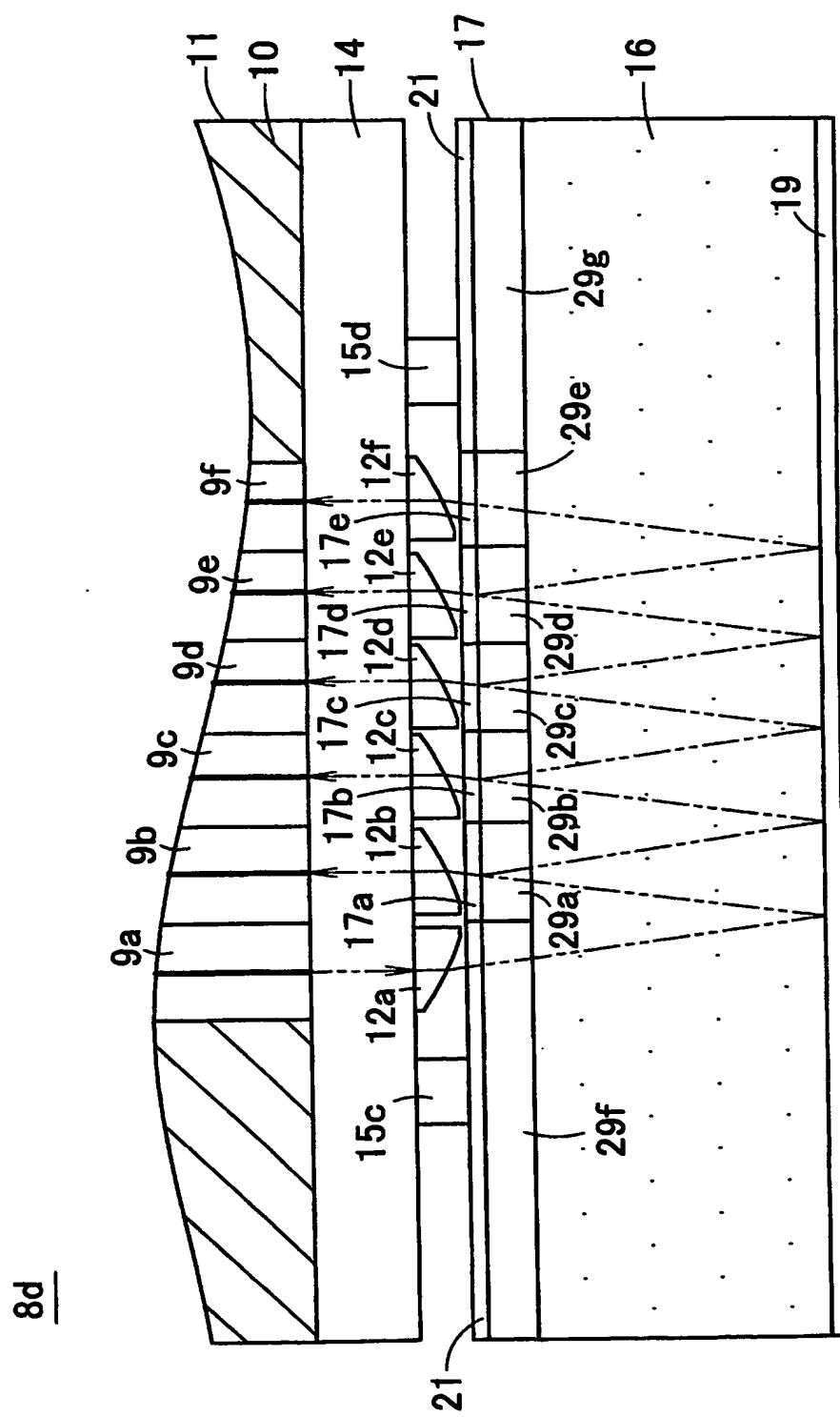
【図17】



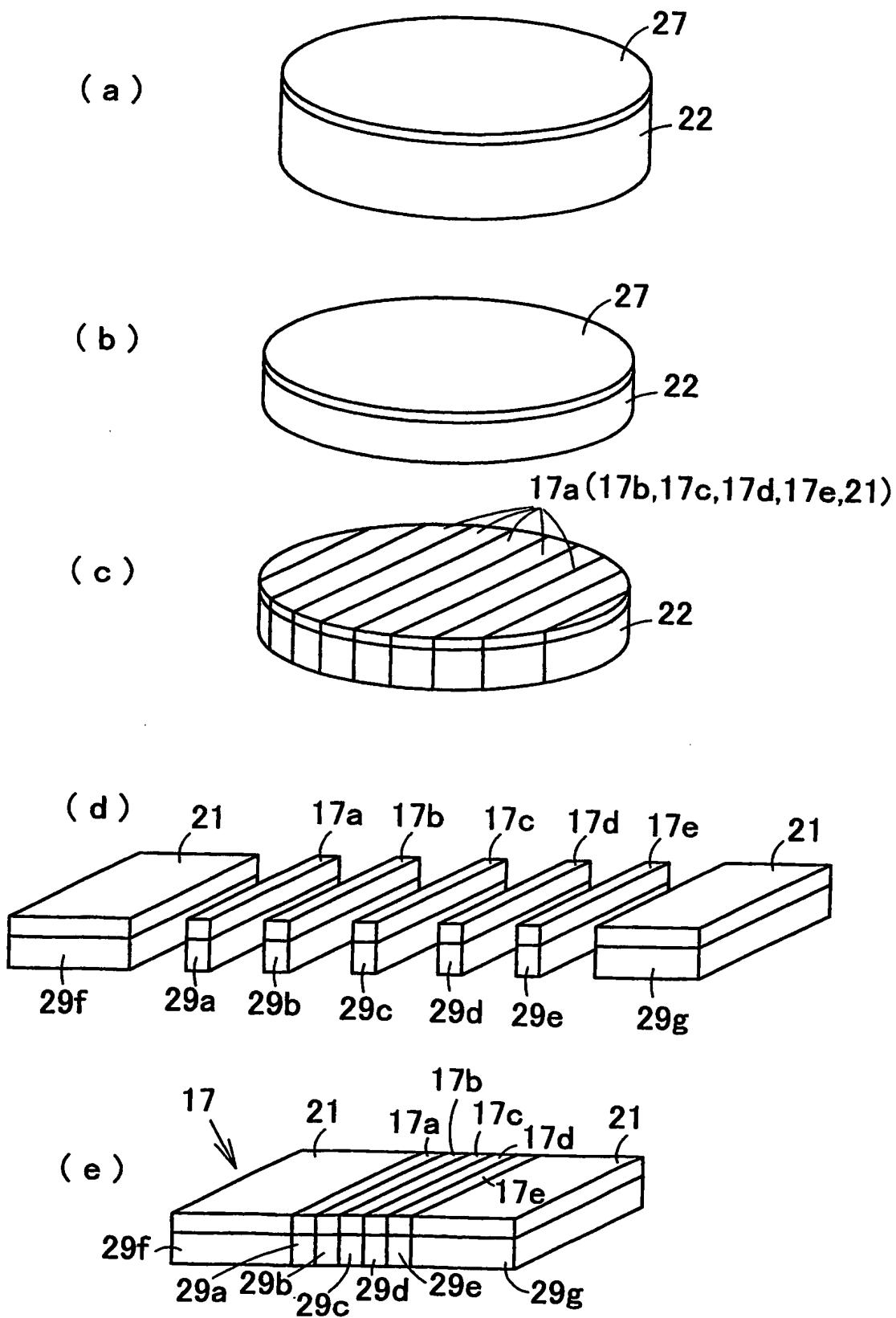
【図18】

8c

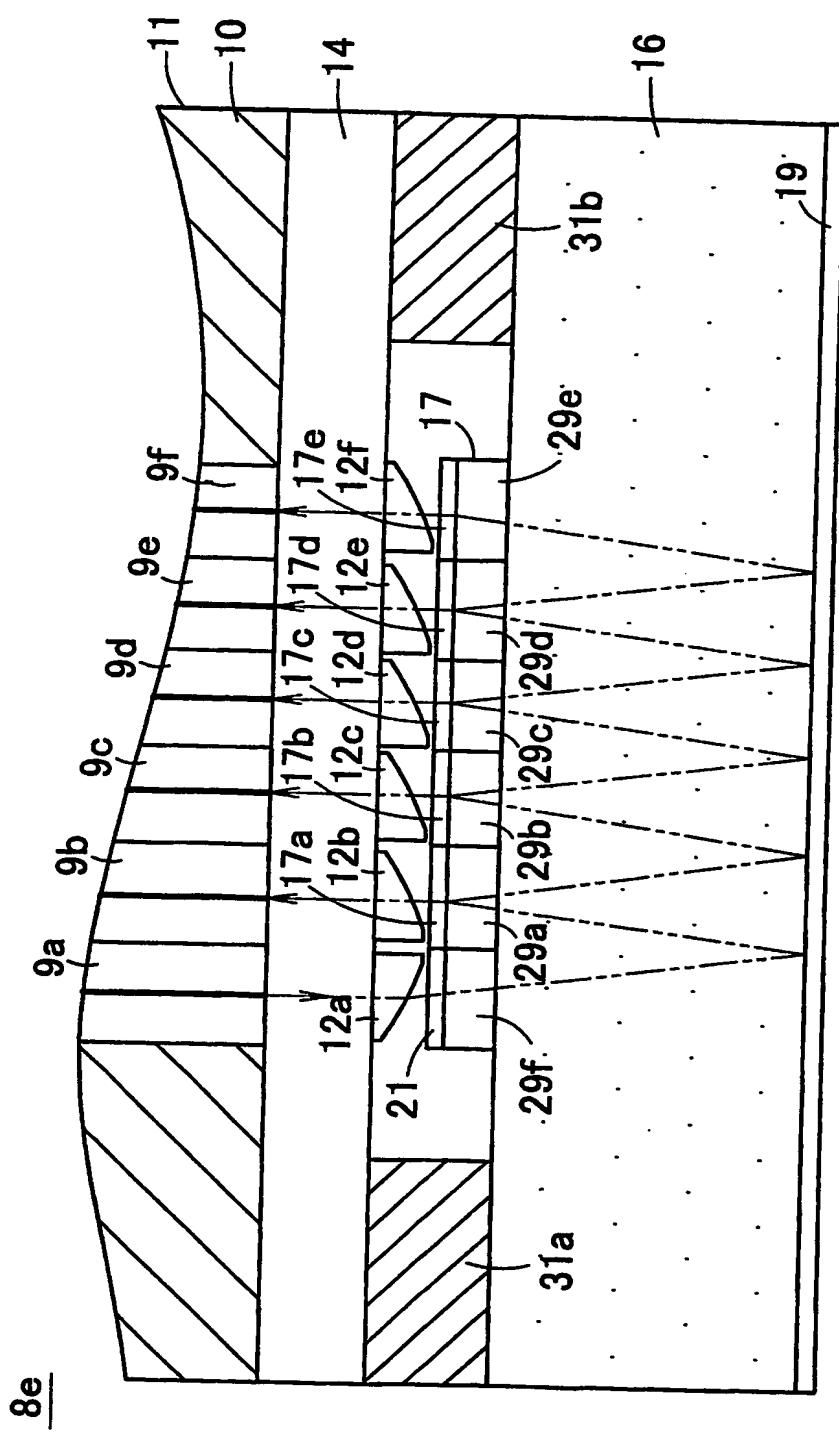
【図19】



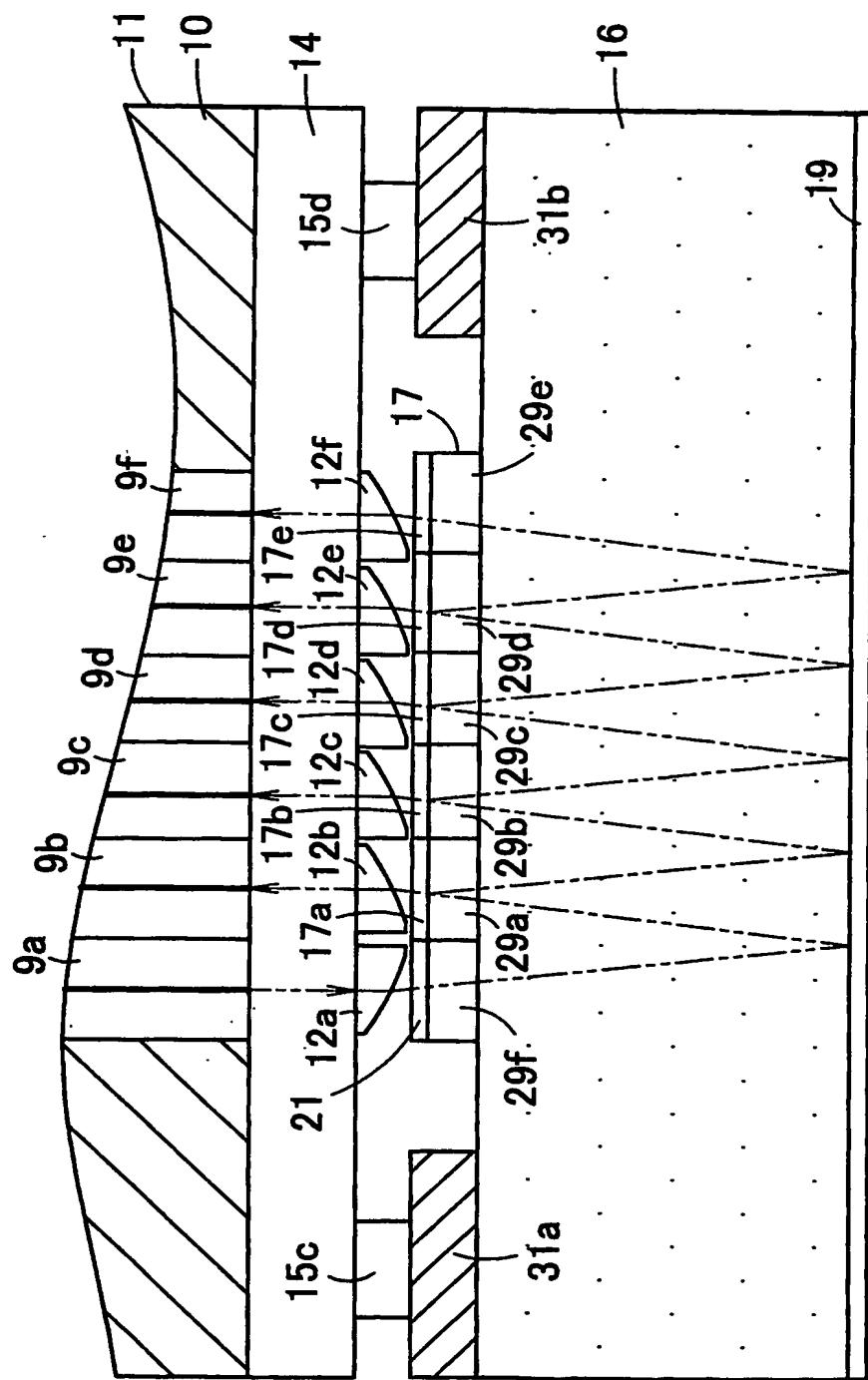
【図20】



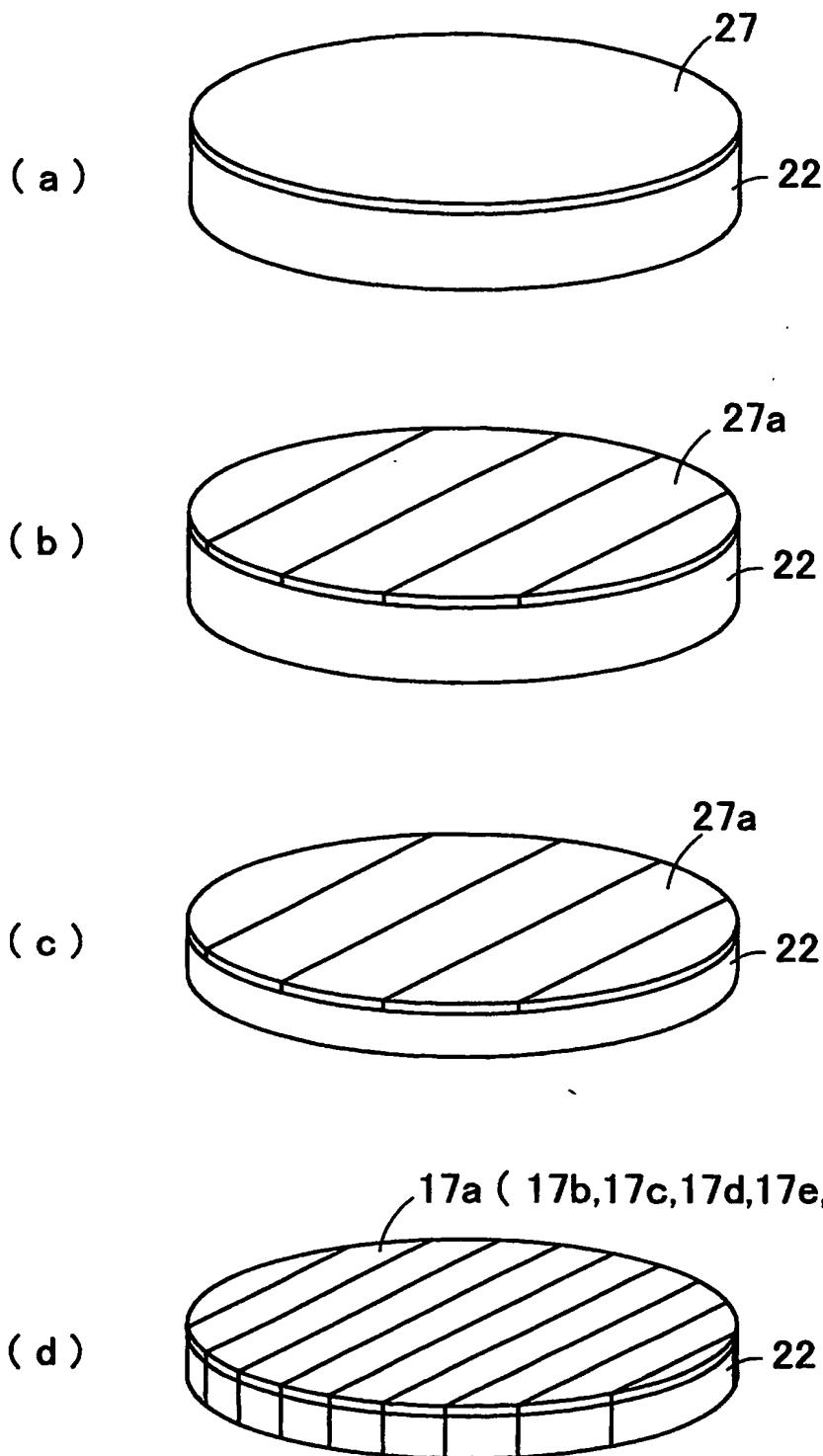
【図21】



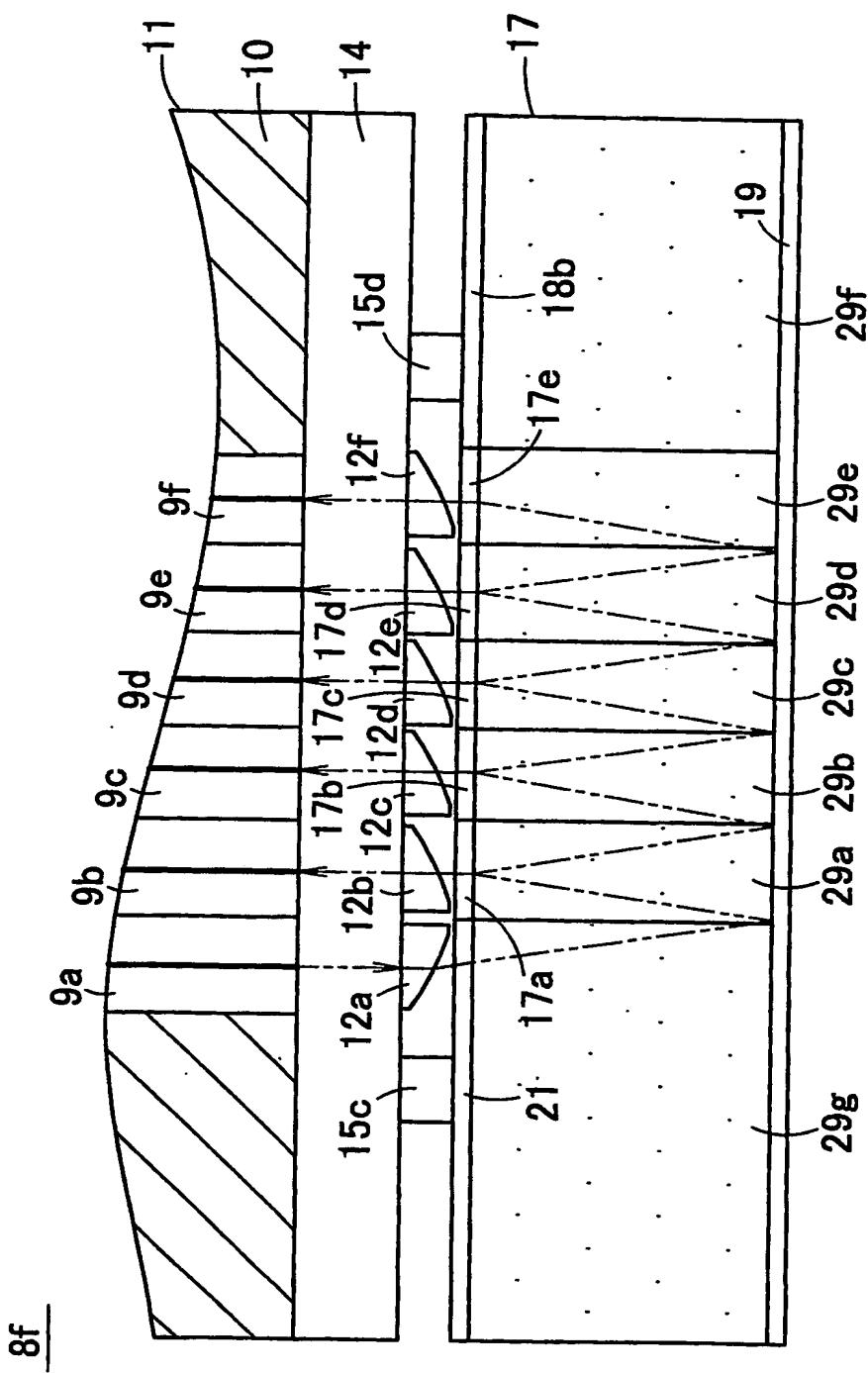
【図22】

8e'

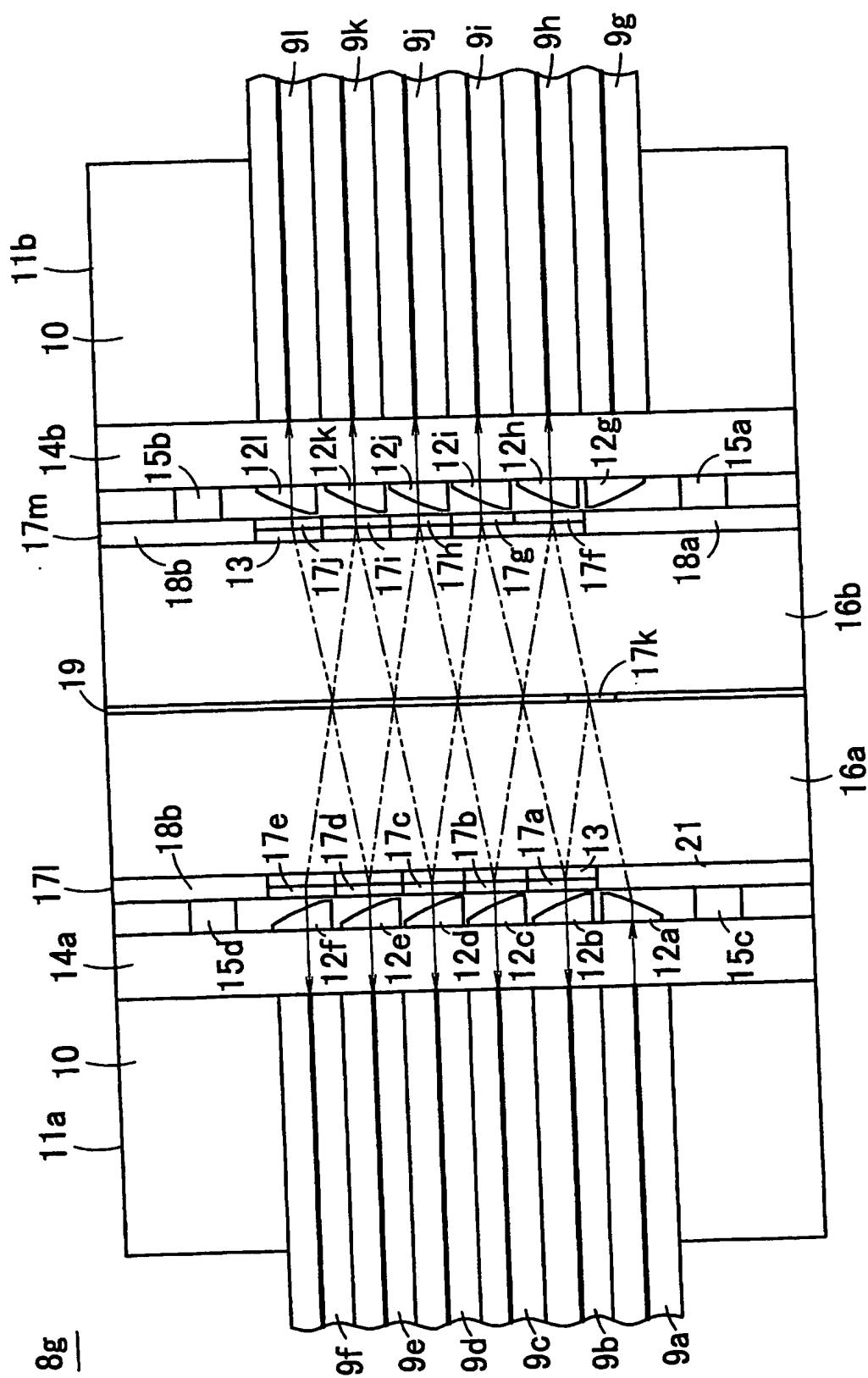
【図23】



【図24】



【図25】



特願 2002-319771

ページ： 26/E

出証特 2003-3100231

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多くの波長領域に分波し又は多くの波長領域の光を合波する多チャンネル型の小型で安価な光合分波器及び該光合分波器の製造方法を提供する

【解決手段】 波長 $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4$ の光を多重した光は光ファイバ9aから出射しマイクロレンズアレー14のマイクロレンズ12aでその光軸を曲げられて平行光になり、ミラー層19で反射してフィルタ層17に入射する。フィルタ17aは波長 $\lambda 1$ の光のみ透過するので、それ以外波長の光は反射され、再びミラー層19で反射されてフィルタ層17に入射する。フィルタ17aを透過した光はマイクロレンズ12cで光軸を曲げられて光ファイバ9cに結合する。光ファイバ9c, 9d, 9e, 9fの光出射端からはそれぞれ波長 $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4$ の光を取り出すことができる。

【選択図】

図3

特願2002-319771

出願人履歴情報

識別番号

[000002945]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

2000年 8月11日

住所変更

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社